



TUGAS AKHIR – ME141501

**Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Dan Sekam Padi Sebagai Bahan Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional.**

Mohammad Agus Mubarok  
NRP 04211340000025

Dosen Pembimbing  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
Nurhadi Siswanto, S.T, M.T

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**TUGAS AKHIR – ME141501**

**PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK JENIS HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN INSULASI PALKA KAPAL IKAN TRADISIONAL.**

Mohammad Agus Mubarak  
NRP 04211340000025

Dosen Pembimbing :  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
Nurhadi Siswantoro, S.T, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **FINAL PROJECT – ME141501**

### **APPLICATION OF PLASTIC WASTE TYPES HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) AS MIXED RICE HUSK FOR INSULATION IN TRADITIONAL COLD STORAGE OF FISHING VESSEL**

Mohammad Agus Mubarok  
NRP 04211340000025

Advisor :  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
Nurhadi Siswantoro, S.T, M.Sc.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK JENIS HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN INSULASI PALKA KAPAL IKAN TRADISIONAL

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

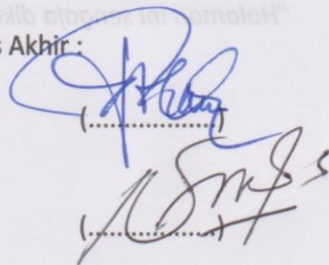
**MOHAMMAD AGUS MUBAROK**

NRP. 0421 13 40000 025

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
NIP. 1968 0129 1992 03 1001

Nurhadi Siswantoro, S.T., M.Sc,  
NIP. 1992 2017 11049



**SURABAYA**  
**JANUARI, 2018**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK JENIS HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN INSULASI PALKA KAPAL IKAN TRADISIONAL

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MOHAMMAD AGUS MUBAROK**  
NRP. 0421 13 40000 025

Disetujui oleh :

Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan



**Dr Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.**  
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

**SURABAYA**  
**JANUARI, 2018**

**PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*  
(HDPE) DAN SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN INSULASI PALKA KAPAL  
IKAN TRADISIONAL.**

**Nama Mahasiswa** : Mohammad Agus Mubarok  
**NRP** : 0421 13 4000 025  
**Dosen Pembimbing 1** : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
**Dosen Pembimbing 2** : Nurhadi Siswanto, S.T. M.T.

**ABSTRAK**

Kekayaan laut adalah salah satu potensi yang terdapat pada Indonesia. Salah satu sumber daya laut Indonesia terdapat pada kekayaan ikan di lautannya. Namun, dengan pengolahan yang tidak tepat makan nilai gizi dan protein dari ikan dapat menurun ataupun hilang. Nelayan tradisional yang menggunakan sistem *one day fishing* akan menggunakan *coolbox* sebagai media untuk mempertahankan kualitas dari ikan, sehingga kualitas ikan akan bergantung dari lama waktu *coolbox* dalam mempertahankan dingin. Sekam padi merupakan limbah dari pengolahan padi yang baik digunakan sebagai bahan kotak pendingin, sedangkan HDPE yang merupakan plastik yang paling banyak digunakan oleh masyarakat dapat dijadikan sebagai perekat jika dicampurkan *xylene* dalam pengolahannya. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencampurkan sekam padi dan HDPE sehingga mampu menjadi *coolbox* alternatif untuk nelayan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh insulasi sekam padi dan HDPE terhadap temperatur dan waktu pendinginan yang dibandingkan dengan *coolbox* berbahan *styrofoam*. Penentuan komposisi sekam padi dan HDPE untuk *coolbox* dilakukan dengan perhitungan massa jenis, pengujian *bending strength* (kuat lentur), pengujian konduktivitas thermal. Parameter yang paling berpengaruh sebagai bahan insulasi yaitu konduktivitas termal terbaik pada perbandingan 1 : 1 yaitu 0,40844 W/mK. Percobaan dilakukan dengan menambahkan 3,3 kg es balok ke tiap *coolbox*, dan didapatkan hasil pada kotak pendingin sekam padi dan HDPE mampu mempertahankan suhu dibawah 20°C selama 22 jam dengan suhu terendah 9,2 °C, untuk kotak pendingin *styrofoam* mampu menahan suhu 20°C selama lebih dari 24 jam dengan suhu terendah 4,1°C. Sehingga dapat disimpulkan kotak pendingin berbahan sekam padi dan HDPE tidak lebih baik dibandingkan kotak pendingin *styrofoam*.

**Kata Kunci** : *Coolbox*, HDPE, Insulasi, Limbah Plastik, Palka Ikan, Sekam Padi, *Xylene*,

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**APPLICATION OF PLASTIC WASTE TYPES HIGH DENSITY  
POLYETHYLENE (HDPE) AS MIXED RICE HUSK FOR INSULATION IN  
TRADITIONAL COLD STORAGE OF FISHING VESSEL**

**Name** : Mohammad Agus Mubarok  
**NRP** : 0421 13 4000 025  
**1st Advisor** : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
**2nd Afvisor** : Nurhadi Siswanto, S.T. M.T.

**ABSTRACT**

Marine resources is one of the potential found in Indonesia. One of Indonesia's marine resources is the wealth of fish in the seas. However, with improper processing, the nutritional and protein values of fish can be decreased or lost. Traditional fishermen using one-day fishing system will use coolbox as a container to maintain the quality of fish, so the quality of the fish will depend on the length of time the coolbox in maintaining the cold temperature. Rice husk is a waste of rice processing that can be used as a cooling box material, whereas HDPE plastic which is most widely used by the people to serve as an adhesive when mixed xylene in processing. The research was carried out by mixing the rice husks and HDPE so that it can become alternative coolbox for fisherman. The purpose of this research is to know the effect of mixing rice husk and HDPE coolbox on temperature and cooling time compared with styrofoam coolbox. Determining the composition of rice husk and HDPE for coolbox was done by calculating of density, bending strength test, thermal conductivity testing. The most influential parameter as the insulation material is the best thermal conductivity in the 1: 1 ratio of 0.40844 W / mK. The experiments were conducted by adding 3.3 kg of ice cubes to each coolbox, and the results obtained on mixing the rice husk and HDPE coolbox is able to maintain temperatures below 20°C for 22 hours with the lowest temperature of 9.2°C, for the styrofoam coolbox is able to withstand temperatures of 20°C for more than 24 hours with the lowest temperature of 4.1°C. So it can be concluded coolbox made from rice husk and HDPE is not better than Styrofoam box.

**Keywords** : Coolbox, Cold Storage, HDPE, Insulation, Plastic Waste, Rice Husk, Xylene,

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Dan Sekam Padi Sebagai Bahan Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional”** dengan baik dan lancar.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan , bimbingan, petunjuk, dan saran serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Sudarno dan Ulifah, dan kakak Syahru Agung S. dan adik Handoko Adi S. yang senantiasa memberikan dukungan materiil, doa dan semangat motivasi demi kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Alam Bahe Ramsyah, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing maupun dosen wali serta Bapak Ir. Agoes Santoso M.Sc, selaku Kepala Laboratorium *Marine Machinery and System* (MMS) yang telah memberikan bimbingan, bantuan, arahan, masukan, dan nasihat selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Kepada Bapak Nurhadi Siswanto, S.T, M.T. selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, bimbingan, dan motivasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr.Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T., selaku dosen wali dan Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS yang telah memberikan nasihat, dorongan, dan semangat sejak menjadi mahasiswa baru hingga detik ini.
5. Teman-teman sahabat TA MMS Arfan Dwi Maulana dan Yusuf Satria B yang telah mendukung selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman HIMANDHES, yang telah saling mendukung secara moral maupun materiil dan memberi motivasi selama perkuliahan.
7. Teman-teman Kontrakan 3C4E dan Kontrakan Abah yang telah membagi ilmu, masukan, dan dorongan selama pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman di Laboratorium MMS, yang telah memberikan dukungan, dorongan, bantuan, dan nasihat selama menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-teman BARAKUDA '13 yang telah memberikan masukan dan bantuan selama menyelesaikan tugas akhir.
10. Seluruh civitas akademika Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS yang sedikit banyak membantu memberikan bantuan dan informasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
11. Semua pihak tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut membantu memberikan bantuan, ide, dan masukan demi terselesainya tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, penulis memohon maaf atas segala tulisan yang kurang berkenan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi tambahan ilmu dan pedoman untuk melakukan penulisan sebelumnya.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT .....	x
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR TABEL .....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Kotak Pendingin ( <i>Coolbox</i> ).....	3
2.2. Teknologi Insulasi .....	4
2.3. Sekam Padi .....	6
2.4. <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) .....	7
2.5. Pelarut ( <i>Solvent</i> ) .....	10
2.5.1. Xylene .....	11
2.5.2. Toulana.....	12
2.6. ASTM E 1225 – 3 .....	14
2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1. Metodologi .....	17
3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian .....	17
3.3. Deskripsi Diagram Alir .....	18
3.3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	18
3.3.2. Studi Literatur .....	19
3.3.3. Pembuatan Spesimen .....	19
3.3.3.1. Alat dan Bahan .....	19
3.3.3.2. Spesimen Uji Massa Jenis .....	19
3.3.3.3. Spesimen Uji <i>Bending Strength</i> .....	20
3.3.3.4. Spesimen Uji Konduktivitas Thermal .....	21
3.3.4. Pengujian Spesimen .....	22
3.3.4.1. Pengujian <i>Bending Strength</i> .....	22
3.3.4.2. Pengujian Konduktivitas Thermal .....	22
3.3.5. Pembuatan Kotak Pendingin .....	24



3.3.5.1. Alat dan Bahan .....	24
3.3.5.2. Proses Pembuatan .....	24
3.3.6. Percobaan .....	25
3.3.7. Analisa dan Pembahasan .....	25
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1. Pemilihan Pelarut .....	27
4.2. Perhitungan Massa Jenis.....	28
4.3. Pengujian <i>Bending Strength</i> .....	30
4.4. Pengujian Konduktivitas Thermal .....	33
4.5. Percobaan Kotak Pendingin .....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN 1 .....	51
LAMPIRAN 2 .....	57
LAMPIRAN 3 .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Coolbox</i> Berbahan Kayu.....	3
Gambar 2.2 Sekam Padi .....	6
Gambar 2.3 Simbol Polietilen .....	7
Gambar 2.4 Rangkaian Molekul dari HDPE, LLDPE, LDPE.....	8
Gambar 2.5 Simbol dan Contoh Penggunaan LDPE.....	8
Gambar 2.6 Contoh Penggunaan LLDPE .....	9
Gambar 2.7 Simbol dan Contoh Penggunaan HDPE .....	9
Gambar 2.8 Sifat Kristalitas HDPE Ketika Dicampurkan Sekam Padi .....	10
Gambar 2.9 Rumus Kimia Xylene .....	11
Gambar 2.10 Struktur Kimia dari Toluene .....	12
Gambar 2.11 Skema Pengujian ASTM E 1255 - 3 .....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	17
Gambar 3.2 Spesimen Untuk Perhitungan Massa Jenis .....	20
Gambar 3.3 Spesimen Untuk Pengujian Kekuatan Lentur .....	21
Gambar 3.4 Spesimen Untuk Pengujian Konduktivitas Thermal .....	22
Gambar 3.5 Skema Pengujian Kuat Lentur Spesimen .....	22
Gambar 3.6 Skema Pengujian Konduktivitas Thermal .....	23
Gambar 3.7 Bentuk dan Ukuran <i>Coolbox</i> .....	24
Gambar 3.8 Kotak Pendingin Yang Sudah Jadi .....	25
Gambar 3.9 Percobaan Menggunakan Dua Kotak Pendingin .....	25
Gambar 4.1 Hasil Pelarut Xylen, Hasil Pelarut toluene .....	27
Gambar 4.2 Spesimen Untuk Pengujian Massa Jenis .....	29
Gambar 4.3 Grafik Perhitungan Massa Jenis .....	30
Gambar 4.4 Skema Pengujian Kuat Lentur Spesimen .....	31
Gambar 4.5 Spesimen Untuk Pengujian Kekuatan Lentur .....	31
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian <i>Bending Strength</i> .....	32
Gambar 4.7 Skema Pengujian Konduktivitas Thermal .....	33
Gambar 4.8 Spesimen Uji Konduktivitas Thermal .....	34
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Konduktivitas Thermal .....	35
Gambar 4.10 Kotak Pendingin Campuran Sekam Padi dan HDPE dan Kotak Pendingin Styrofoam .....	37
Gambar 4.11 Bagian Kotak Pendingin Yang Kurang Menyatu .....	37
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Temperatur Kotak Pendingin .....	45

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konduktivitas Thermal Bahan.....	5
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Sekam Padi.....	7
Tabel 2.3 Karakteristik HDPE.....	10
Tabel 2.4 Properties dari m-Xylene.....	12
Tabel 2.5 Properties dari Toluene .....	13
Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Toluene dan Xylene .....	27
Tabel 4.2 Perbandingan Harga Pelarut.....	28
Tabel 4.3 Komposisi Bahan Spesimen Perhitungan Massa Jenis .....	29
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Massa Jenis .....	30
Tabel 4.5 Komposisi Bahan Spesimen Pengujian Bending Strentgh.....	31
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Bending Strength .....	32
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Konduktivitas Theraml .....	35
Tabel 4.8 Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin .....	38

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kekayaan laut adalah salah satu potensi yang terdapat pada Indonesia. Dengan luas 3.273.810 km<sup>2</sup> Indonesia menjadi negara dengan wilayah perairan terluas ke-2 di dunia, nilai sumber daya laut Indonesia mencapai US\$ 2,5 triliun per tahun. Salah satu sumber daya laut Indonesia terdapat pada kekayaan ikan di lautannya. Nilai gizi dan protein yang tinggi membuat ikan menjadi primadona untuk dikonsumsi. Namun, dengan pengolahan yang tidak tepat makan nilai gizi dan protein dari ikan dapat menurun ataupun hilang. Salah satu penyebab turunnya kualitas dari ikan adalah penyimpanan ikan setelah ditangkap nelayan. Umumnya ikan akan mengalami pembusukan dalam waktu 6-7 setelah penangkapan tanpa ada penanganan.

Ada tiga cara dalam mempertahankan kesegaran ikan yaitu dengan es, dengan udara dingin (refrigerasi), dan dengan air dingin (*chiller*) (Ilyas, 1983). Untuk mencegah pembusukan pada ikan, nelayan tradisional dengan sistem *one day fishing* biasanya hanya menggunakan es balok untuk mengawetkan ikan. Pendinginan ikan dengan es balok masih memiliki banyak kelemahan. Selain cepat mencair, es balok juga memiliki berat yang tinggi dan memerlukan ruang yang cukup sehingga berimbas pada berkurangnya hasil tangkapan dan juga akan berimbas pada pendapatan nelayan (Mayang, 2017).

Terdapat cara untuk menangani agar es balok tidak cepat mencair, yaitu penggunaan insulasi pada palka kapal ikan tradisional. Penggunaan palka berinsulasi sebagai tempat penyimpanan ternyata dapat menghemat es selama operasi penangkapan. Jumlah es yang tersisa saat pendaratan dan pembongkaran ternyata masih cukup banyak, yaitu antara 20 – 30% bahkan dapat mencapai 50% di bandingkan tanpa insulasi (Mamen S dan Bambang G., 1999). Bahan yang umumnya digunakan dalam pembuatan insulasi adalah dengan bahan *polyurethane*, karena bahan *polyurethane* memiliki nilai konduktivitas thermal yang rendah. Kendala penggunaan *polyurethane* pada palka kapal tradisional dikarenakan bahan dan biaya pembuatan insulasi menggunakan *polyurethane* mahal.

Telah dilakukan beberapa penelitian dengan membuat alternatif bahan insulasi untuk palkah kapal ikan tradisional. Menurut Hidayat (2017) penggunaan bahan *polyurethane* dengan kombinasi serbuk gergaji dengan komposisi 60 : 40 mampu mempertahankan es hingga mencair pada jam ke – 34. Cara lain yang telah di teliti adalah penggunaan campuran sekam padi dengan perekat semen putih, Menurut Abidin (2017) penggunaan sekam padi dan semen putih dengan komposisi 1 : 1 masih belum mampu untuk menyamai konduktivitas thermal dari *Styrofoam*.

Dengan penelitian yang terus dikembangkan, penulis ingin melakukan inovasi dengan pembuatan insulasi dengan menggunakan bahan limbah HDPE dan juga sekam padi. Limbah HDPE ini dipilih karena bahan yang kuat dan juga merupakan penyumbang sampah plastik terbesar, sedangkan sekam padi dipilih karena memiliki konduktivitas thermal yang rendah sehingga mampu menjadi isolator panas yang baik. Selain itu,

pemilihan kedua bahan tersebut sebagai solusi mengurangi limbah HDPE dan sekam padi.

Diharapkan pemanfaatan limbah HDPE dan sekam padi sebagai insulasi palka kapal ikan tradisional ini menjadi solusi insulasi pendingin yang murah dan bagus sehingga dapat diaplikasikan kepada nelayan tradisional dan menambah penghasilan dan keuntungan nelayan tradisional.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik yang meliputi massa jenis, kekuatan bending (*bending strength*), dan konduktivitas thermal dari campuran HDPE dengan sekam padi?
2. Apakah penggunaan insulasi dengan campuran limbah HDPE dan sekam padi dapat mempertahankan temperatur sistem pendingin lebih lama dibanding kotak pendingin *Styrofoam*?

### **1.3. Batasan Masalah**

Agar permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini karakteristik yang ditentukan adalah nilai massa jenis, kekuatan bending, dan konduktivitas thermal pada campuran limbah HDPE dan sekam padi.

### **1.4. Tujuan**

Tujuan akhir dari penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik yang meliputi massa jenis, kekuatan bending (*bending strength*), konduktivitas thermal dan membuat suatu *prototype* sistem pendingin alternatif dengan menggunakan bahan campuran limbah HDPE dengan sekam padi.
2. Mengetahui tingkat keoptimalan sistem pendingin dengan menggunakan insulasi limbah HDPE dan sekam padi terhadap temperatur dan waktu pendinginan di ruang penyimpanan ikan.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui tingkat keoptimalan yang dihasilkan oleh campuran limbah HDPE dengan sekam padi sebagai insulasi sistem pendingin.
2. Sebagai rekomendasi alternatif pendingin ikan yang ekonomis dan efisien.
3. Mengurangi limbah HDPE yang ada di masyarakat.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kotak Pendingin (*Coolbox*)

Penanganan hasil ikan nelayan menjadi hal yang penting untuk menentukan kualitas dari ikan tangkapan nelayan. Nelayan tradisional biasanya menggunakan *coolbox* atau kotak pendingin untuk menjaga temperatur ikan tetap dingin, karena dalam kondisi normal ikan akan membusuk dalam waktu 6-7 jam. Oleh karena itu, penyimpanan ikan harus tepat dan kotak pendingin harus memiliki insulasi yang bagus, sehingga mampu mempertahankan temperatur dingin dalam waktu yang cukup lama.

Berdasarkan The Use of Ice on Small Fishing Vessels (Shawyer dan Pizzali. 2003), fungsi utama kotak penyimpanan ikan atau *coolbox* pada kano, perahu dan kapal kecil adalah:

- a. Mempermudah penanganan ikan (mengurangi frekuensi penanganan ikan secara individu) dan melindungi ikan dari kerusakan fisik
- b. Menjaga kualitas ikan dengan memastikan pendinginan serta tingkat pelelehan es rendah karena infiltrasi panas yang minim
- c. Meningkatkan praktik penanganan ikan yang menghasilkan kualitas ikan lebih baik saat didaratkan, durasi melaut lebih panjang serta harga jual yang sesuai bagi nelayan

Penggunaan *coolbox* bukan hanya di laut, *coolbox* juga di gunakan pada kehidupan sehari-hari sebagai tempat penyimpanan daging, es, sayur – sayuran, buah – buahan, dll. Bahan dari *coolbox* harus mempunyai konduktivitas thermal yang rendah dan juga kuat. Semakin rendah konduktivitas thermal dari *coolbox*, maka akan mengurangi penggunaan es balok, memperlama waktu pembusukan, dan meningkatkan kualitas dari ikan atau bahan lain yang di diinginkan.



**Gambar 2.1** *Coolbox* Berbahan Kayu

Untuk memperoleh *coolbox* dengan kualitas yang bagus sudah banyak diproduksi pabrikan, namun biasanya para nelayan menggunakan bambu dan atau kayu karena harga yang relatif lebih murah. Namun kualitas dari *coolbox* berbahan kayu maupun bambu masih kurang terutama dalam konduktivitas thermalnya. Selain itu *coolbox* dengan bahan kayu mempunyai waktu pakai yang singkat dan juga sulit untuk dibersihkan.

Semakin teknologi penggunaan bahan *coolbox* sudah mulai beralih ke bahan aluminium yang bersifat ringan dan mudah dibersihkan, namun penggunaan aluminium

terlalu mudah rusak karena benturan di kapal. Dari segi berat *coolbox* plastik dan aluminium jauh lebih ringan dibandingkan dengan *coolbox* kayu. Material kayu bersifat menyerap air sehingga meningkatkan beratnya hampir dua kali lipat akibatnya berpengaruh terhadap proses dan biaya pengangkutan. Kayu juga sangat dipengaruhi oleh alam yang dapat menyebabkan penurunan kondisi atau kelapukan. *Coolbox* plastik dari *thermoplastik high density polyethylene* (HDPE) mudah dibersihkan, kuat, relatif ringan serta bentuknya bervariasi dan mudah disesuaikan dengan desain atau bentuk cetakan. Namun harga *coolbox* berbahan HDPE produksi pabrikan masih sangat mahal.

## 2.2. Teknologi Insulasi

Insulasi dalam KBBi memiliki arti penyekat, insulasi sendiri memiliki beberapa jenis yaitu insulasi bangunan, insulasi akustik, insulasi thermal, dan insulasi listrik. Dalam teknik pendinginan sendiri insulasi yang digunakan adalah insulasi thermal yaitu penyekat yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Panas dapat berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang lebih rendah. Cara perpindahan panas melalui konduksi, konveksi dan radiasi. Untuk mencegah laju perpindahan panas suatu *coolbox* maka dibutuhkan insulasi yang bagus. Insulasi dibedakan menjadi beberapa jenis atau teknik penyekatan panas yaitu :

- a. *Resistive insulation*, merupakan tipe insulasi dimana cara penyekatan panas dilakukan dengan mengandalkan nilai resistansi pada proses konduksi
- b. *Reflective insulation*, tipe insulasi dengan cara mereduksi kemampuan material untuk menyerap panas secara radiasi. Panas yang dihantarkan dalam bentuk gelombang inframerah dapat dihambat atau bahkan dapat diserap tergantung pada bentuk dan warna material. Material dengan warna putih mampu merefleksikan panas secara maksimal sedangkan warna hitam berlaku sebaliknya.
- c. *Capasitive insulation*, tipe insulasi ini memiliki karakter berbeda dengan tipe lain. Insulasi ini tidak digunakan pada kondisi *steady-state*. Material yang digunakan mampu menunda aliran panas (time-lag) sehingga seolah-olah seperti menyimpan panas dalam waktu tertentu dan kemudian panas akan dilepaskan.

Insulasi yang bagus adalah bahan yang memiliki sifat isolasi panas atau menghambat laju perpindahan panas, sehingga perpindahan panas dari luar ke dalam *coolbox* dapat dihambat. Dengan mengurangi infiltrasi panas maka tingkat pelelehan es dapat dikurangi sehingga proses pendinginan dapat berlangsung lebih efisien.

Berikut adalah sifat – sifat dari bahan yang memiliki isolasi yang baik :

- a. Konduktivitas thermal rendah
- b. Penyerapan uap air dan permeabilitas terhadap air rendah
- c. Pemindahan uap air rendah dan awet walaupun basah
- d. Tahan terhadap penyebab kebusukan dan pelapukan
- e. Sifat – sifat mekanik yang dimiliki cukup baik
- f. Tahan terhadap bahan – bahan kimia
- g. Tidak membahayakan kesehatan, tidak berbau dan mudah untuk digunakan

**Tabel 2.1** Konduktivitas Thermal Bahan

No	Material	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Konduktivitas termal (W/m°C)
1	Wood soft	350 – 740	0.11 - 0.16
2	Wood hard	370 - 1100	0.11 – 0.255
3	Plywood	530	0.14
4	Aluminum alloy	2740	221
5	Mild steel	7800	45.3
6	Fiberglass reinforce plastic	64 – 144	0.036
7	High tensile polyethylene		0.5
8	Kulit baja kapal		0.72
9	Rongga udara		0.107
10	Styrofoam		0.033
11	Plester beton		0.72
12	Jenis kayu		0.15
13	Serat material		0.039
14	Lempengan gabus		0.043
15	Polystyrene		0.03
16	Polyurethane		0.025
17	Plaster aspal gips		0.056
18	Udara diam		0.103
19	Serut gergajian		0.065
20	Ampas Tebu		0.046
21	Sabut Kelapa		0.054
22	Sekam Padi		0.034
23	Jerami		0.08

Insulasi terbaik didapatkan dari material dengan konduktivitas termal yang rendah, tahan air, tahan larutan serta bahan kimia, mudah dipasang, ringan, ekonomis, kuat, tidak menyerap kelembaban, tidak mudah terbakar serta tidak berbahaya atau beracun. Dinding dari palkah kapal juga dilakukan pelapisan insulasi guna mempertahankan temperatur pendinginan hasil tangkapan. Dari Tabel 2.1 menunjukkan bahwa sekam padi mempunyai konduktivitas yang rendah sehingga dapat menjadi bahan insulator panas yang baik. Konduktivitas thermal sendiri adalah besaran yang menunjukkan tingkat suatu bahan untuk menghantarkan panas. Beberapa bahan yang sering digunakan sebagai insulasi yaitu *styrophore-foam*, *polyurethane*, *foam glass*, dan *expanded polystyrene*, PVC, FRPs, ijuk, goni, sekam padi, sabut kelapa, daun kelapa, merang, gabus, kayu, *plywood*, nipa, bubuk gergaji.

### 2.3. Sekam Padi



**Gambar 2.2** Sekam Padi

Sekam padi (Gambar 2.2) merupakan bagian dari bulir padi – padian (*serealia*) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, yang berfungsi untuk melindungi bagian endospermium dan embrio. Menurut Badan Pusat Statistika (2015), Indonesia menghasilkan padi sebanyak 75 juta ton padi. Saat proses penggilingan dihasilkan sekam sebanyak 20 – 30 %, dedak 8 – 12 % dan beras giling 52 % bobot awal gabah (Hsu dan Lum, 1980). Untuk saat ini penggunaan sekam padi hanya sebatas sebagai sumber silika, penghasil pelarut berupa minyak, sebagai bahan bakar, dan bahan pengampelas. Penggunaan sekam padi masih sangat terbatas karena bersifat abrasif, nilai nutrisi rendah, dan kandungan abu yang tinggi, sehingga biasanya sekam padi akan dibakar untuk dijadikan abu untuk mengurangi volumenya. Dari pembakaran sekam padi ini akan menghasilkan pencemaran lingkungan, oleh karena itu perlu adanya inovasi untuk mengurangi pembakaran sekam padi, namun tetap mempunyai nilai jual yang tinggi.

Sekam padi memiliki karakteristik yang memiliki bagian yang tidak keras tidak sulit dikerjakan, tidak mudah menyusut, tidak mudah mengerucut, tidak terpelintir, bengkok, terbelah atau melengkung. Sekam padi juga kuat, kaku, lurus, dan ringan, serta harga dari sekam padi lebih murah daripada kayu gelondongan (Arbintarso, 2008). Sekam padi terdiri dari senyawa organik berupa protein, lemak, serat, lignin, pentose dan selulosa. Komposisi senyawa dari sekam padi dapat dilihat pada table 2.2.

**Tabel 2.2** Komposisi Kimia Sekam Padi

No	Komponen	%Berat
1	H <sub>2</sub> O	2,4 – 11,35
2	<i>Crude Protein</i>	1,7 – 7,26
3	<i>Crude Fat</i>	0,38 – 2,98
4	Ekstrak Nitrogen Bebas	24,7 – 38-79
5	<i>Crude Fiber</i>	31,37 – 49,92
6	Abu	13,16 – 29,04
7	Pentosa	16,94 – 21,95
8	Selulosa	34,34 – 43,80
9	Lignin	21,40 – 46,97

(Sumber : Houston, 1972)

Sekam padi memiliki potensi untuk dijadikan sebagai insulasi. Menurut Arbintasro (2008) potensi sekam padi yang memiliki ukuran partikel lebih kecil, memiliki sifat mekanis yang baik, elastis, ukuran stabil, memiliki permukaan yang kuat, tahan air dan tahan tekanan.

#### **2.4. High Density Polyethylene (HDPE)**

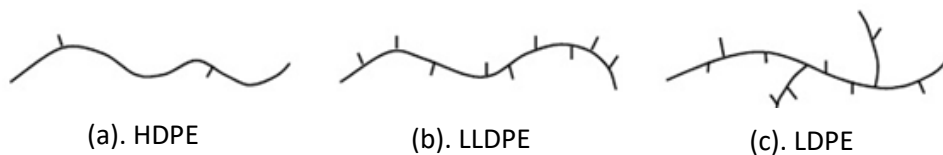
**Gambar 2.3** Simbol Polietilena

Polietilena seperti gambar 2.3 pertama kali disintesis oleh ahli kimia Jerman bernama *Hans von Pechmann* yang melakukannya secara tidak sengaja pada tahun 1898 ketika sedang memanaskan diazometana. Ketika koleganya, Eugen Bamberger dan Friedrich Tschirner mencari tahu tentang substansi putih, berkilau, mereka mengetahui

bahwa yang telah dia buat mengandung rantai panjang  $-CH_2-$  dan menamakannya polimetilena.

Kegiatan sintesis polietilena secara industri pertama kali dilakukan, secara tidak sengaja, oleh Eric Fawcett dan Reginald Gibson pada tahun 1933 di fasilitas ICI di Northwich, Inggris. Ketika memperlakukan campuran etilena dan benzaldehida pada tekanan yang sangat tinggi, mereka mendapatkan substansi yang sama seperti yang didapatkan oleh Pechmann. Reaksi diawali oleh keberadaan oksigen dalam reaksi sehingga sulit mereproduksinya pada saat itu. Namun, Michael Perrin, ahli kimia ICI lainnya, berhasil mensintesisnya sesuai harapan pada tahun 1935, dan pada tahun 1939 industri polietilena pertama dimulai.

*Polyethylene* terdapat bermacam – macam jenis, namun hanya ada 3 yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari. yaitu :



**Gambar 2.4** Rangkaian Molekul dari HDPE, LLDPE, LDPE



**Gambar 2.5** Simbol dan Contoh Penggunaan LDPE

Plastik LDPE (low density *polyethylene* ) seperti gambar 2.5 merupakan jenis polietilena dengan kerapatan rendah, yang memiliki densitas  $0.910 - 0.940 \text{ g/cm}^3$ . LDPE memiliki kerapatan molekul yang paling rendah dibanding ketiga jenis polietilena sehingga mempunyai kekuatan tensil yang rendah. LDPE memiliki derajat tinggi terhadap percabangan rantai Panjang dan pendek seperti gambar 2.4.



**Gambar 2.6** Contoh Penggunaan LLDPE

Plastik LLDPE (Linier Low Density *polyethylene*) merupakan jenis polietilena dengan densitas  $0.915 - 0.925 \text{ g/cm}^3$ . LLDPE memiliki kerapatan molekul lebih tinggi dibanding LDPE, LLDPE juga memiliki ketahan terhadap tekanan dan juga kekuatan tensil yang tinggi di bandingkan dengan LDPE. LLDPE memiliki derajat tinggi terhadap percabang rantai pendek dengan jumlah yang banyak seperti gambar 2.4. contoh dari penggunaan LLDPE adalah plastik untuk pembungkus buah – buahan seperti gambar 2.6.



**Gambar 2.7** Simbol dan Contoh Penggunaan HDPE

Plastik *HDPE* merupakan salah satu dari tipe plastik *polyethylene*, *HDPE* memiliki struktur yang sederhana dan pada dasarnya memiliki struktur rantai polimer yang lumayan panjang. Rantai polimer ini lebih mudah menyesuaikan diri dengan ikatan rantai lainnya, karena itu *HDPE* memiliki tingkat kristalinitas tertinggi dalam *polyethylene* (Andrady, 2003). *HDPE* memiliki kerapatan molekul yang lebih rapat dibandingkan dengan *low density polyethylene* (LDPE). *HDPE* juga memiliki kekakuan, ketahanan panas, dan permeabilitas dibandingkan dengan LDPE. *HDPE* diklasifikasikan sebagai homopolymers yang kaku, dan kopolimer yang lebih tahan terhadap kekuatan retak atau koyak. *HDPE* juga memiliki densitas yang cukup tinggi dan juga titik lebur yang lebih tinggi dibanding LDPE dan LLDPE. Untuk karakteristik bias dilihat pada table 2.3.

**Tabel 2.3** Karakteristik HDPE

No	Deskripsi	HDPE
1	Densitas pada suhu 20°C (g/cm <sup>2</sup> )	0,93-0,96
2	Suhu melunak (°C)	123-127
3	Titik melebur (°C)	125-135
4	Permeabilitas gas	-
5	Nitrogen	3
6	Oksigen	11
7	Gas karbon	43

(Sumber : Dahnia, 2003)

LDPE, LLDPE dan HDPE memiliki daya resistan yang baik terhadap cairan kimia dan tidak dapat larut pada temperature meleburnya dikarenakan mempunyai sifat kristalinitas. Untuk dapat melarutkan bahan ini, maka perlu adanya bahan tambahan hidrokarbon aktif seperti toluena dan xylene.. Ketiga bahan ini juga merupakan bahan susah untuk dapat terdegradasi secara alami, sehingga menjadi masalah terhadap lingkungan yang serius.

Data urutan-jenis plastik yang paling besar pemakaiannya yaitu; HDPE (*High-density polyethylene*) yaitu 62%, kemudian PET (*Polyethylene terephthalate*) 23%, PVC (*Polyvinyl chloride*) 6%, LDPE (*Lowdensity polyethylene*) 4%, PP (*Polypropylene*) 4%, PS (*Polystyrene*) 1% (The Public Bottle Institute, 2005). Contoh jenis bahan yang menggunakan bahan dasar HDPE adalah kemasan deterjen, ember, kemasan susu, wadah oli, kayu plastik, kantong plastik, mainan anak – anak.

## **2.5. Pelarut ( *Solvent* )**

Pelarut merupakan cairan kimia yang dapat melarutkan benda padat, cair, maupun gas. Pelarut dapat berupa dari beberapa campuran kimia. Pelarut yang biasanya digunakan dalam kehidupan sehari – hari adalah air, pelarut lain yang sering digunakan adalah pelarut organik yang mengandung bahan kimia karbon. Pelarut memiliki titik didih yang rendah dan lebih mudah menguap, selain itu pelarut biasanya memiliki volume yang lebih besar dari yang lebih besar. Pelarut dapat dikombinasikan maupun homogen yang dapat memberikan sifat mekanik yang dipilih. Selain untuk melarutkan *solvent* dapat digunakan sebagai pelapis, campuran tinta, pestisida, farmasi, dan industri tekstil.

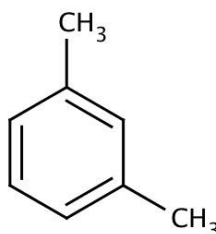




**Gambar 2.8** Sifat Kristalinitas HDPE Ketika Dicampurkan Sekam Padi

Pada penelitian ini *solvent* digunakan sebagai pelarut karena HDPE memiliki sifat kristalinitas sehingga ketika HDPE dipanaskan akan cepat mengeras kembali sehingga susah untuk di bentuk seperti gambar 2.8. Ada beberapa jenis *solvent* yang dapat digunakan pada untuk melarutkan HDPE yaitu *Xylene* dan *Toulene*.

### 2.5.1. Xylene



**Gambar 2.9** Rumus Kimia Xylene

Xylene merupakan bahan kimia yang memiliki rumus kimia  $C_6H_4(CH_3)_2$  seperti gambar 2.9 atau yang biasa disebut xylol. Xylene dihasilkan dari minyak bumi atau aspal cair yang sering digunakan sebagai pelarut industri. Xylene juga merupakan hidrokarbon aromatik yang secara luas digunakan dalam industri sebagai pelarut dan juga menjadi bahan dari pembuatan tinta, rubber, adhesive.

Xylene dapat teroksidasi dimana gugus methyl berubah menjadi gugus karboksilat. Ortho-xylene akan membentuk phthalic acid sedangkan para-xylene akan membentuk terephthalic acid. Terephthalic acid merupakan salah satu bahan dalam pembuatan polyesters. Terephthalic acid dapat bereaksi dengan ethylene glycol membentuk ester polyethylene terephthalate (PET). Bahan PET merupakan bahan plastik yang digunakan sebagai wadah makanan. Perkiraan penggunaan xylene di seluruh dunia mencapai 30 juta ton per tahun (Richard L. Myers, 2007).

Xylene yang biasanya digunakan untuk solvent adalah jenis m – xylene yang memiliki titik didih antara  $137 - 144^{\circ}C$ , tidak berwarna dan tidak berbau. Properties m – Xylene dapat dilihat pada tabel 2.4.

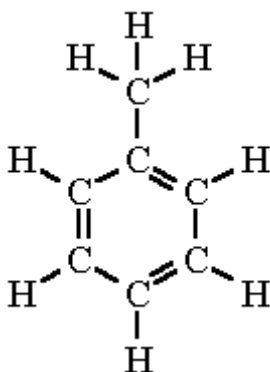
**Tabel 2.4** Properties dari m -Xylene

Item	Properties
Berat molekul (g)	106
Titik Leleh	None
Titik Didih	137 – 144°C
Densitas, g/cm <sup>3</sup>	Pada 20 °c : 0,860
Keadaan Fisik	Cair
Warna	Tidak Berwarna
Bau	Sweet
Solubility : Air Solven organik	Insoluble Pada 25 °c : 0,013/100 l (130 ppm ) Larut dengan alkohol, eter, dan organik cair lainnya
Tekanan Uap	Pada 7,5 °c : 2,50 mm Hg Pada 20 °c : 6,16 mm Hg Pada 21 °c : 6,72 mm Hg
Konstanta Hukum Henry	Not Available
Flash Point °C (°F)	37,8 (100) tak open cup

(Sumber : Richard L Myers, 2007)

Namun penggunaan Xylene juga mempunyai beberapa bahaya bagi manusia. Bahaya pada xylene dapat terjadi melalui beberapa kejadian seperti oral, inhalasi maupun dermal. Kejadian secara oral jarang ditemui, bahaya xylene melalui oral biasanya dikarenakan kurang higienis nya pengerjaan. Paparan melalui dermal menyebabkan kulit mengalami kerusakan berupa larutnya lemak oleh xylene. Hal tersebut dikarenakan karakteristik dari xylene yang mudah larut dalam lemak. Paparan xylene via dermal tidak sebanyak paparan via inhalasi hal tersebut dikarenakan xylene cair dan uap terabsorpsi lambat melalui kulit (G.A.Jacobson dan S. McLean, 2003).

### 2.5.2. Toulena

**Gambar 2.10** Struktur Kimia dari Toluena

Toluena yang memiliki rumus kimia  $C_7H_8$  seperti gambar 2.10, dikenal sebagai metilbenzena ataupun fenilmetana. Toluena merupakan senyawa tidak berwarna, berwujud cairan yang mempunyai aroma khas tetapi tidak setajam benzena. hidrokarbon aromatik ini digunakan secara luas dalam stok umpan industri dan juga sebagai bahan pelarut bagi industri lainnya. Seperti pelarut - pelarut lainnya, toluena juga digunakan sebagai obat inhalan karena sifatnya yang memabukkan. Toluena juga mudah sekali terbakar.

Toluena secara umum diproduksi bersama dengan benzene, xylene, dan senyawa aromatik C9 dengan pembentukan katalitik dari nafta. Hasil pembentukan kasar ini diekstraksi, kebanyakan terjadi dengan sulfolane atau tetraetilena glikol dan zat terlarut, ke dalam sumur campuran dari benzene, toluena, xylena dan senyawa C9-aromatik dimana dipisahkan dengan cara fraksinasi. Toluena memiliki titik didih  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  tidak berwarna, dan beraroma sweet. Untuk sifat fisik dapat dilihat pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5** Properties dari Toluena

Item	Properties
Berat molekul (g)	92,14
Titik Leleh	-94,965
Titik Didih	$110\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densitas, $\text{g/cm}^3$	Pada $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ : 0,8667 Pada $20\text{ }^{\circ}\text{F}$ : 0,8623
Keadaan Fisik	Cair
Warna	Tidak Berwarna
Bau	Sweet
Surface Tension, $\text{mN/m}$	27,92

(Sumber : Richard L Myers, 2007)

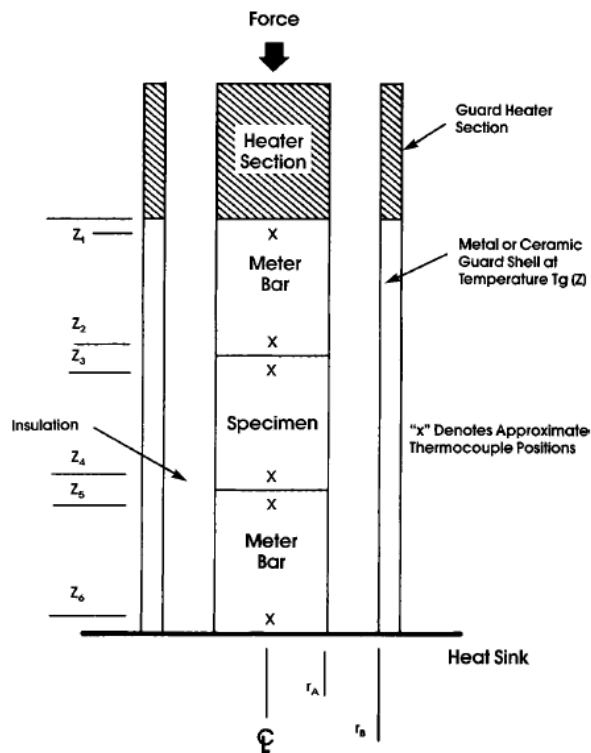
Penggunaan utama dari toluena adalah sebagai campuran yang ditambahkan ke bahan bakar untuk meningkatkan nilai oktan. Toluena juga digunakan untuk memproduksi benzena dan sebagai pelarut dalam cat, pelapis, pengharum sintetis, lem, tinta, dan agen-agen pembersih. Toluena juga digunakan dalam produksi polimer yang digunakan untuk membuat nilon, botol soda plastik, dan poliuretan serta untuk obat-obatan, pewarna, produk kosmetik kuku, dan sintesis kimia organik.

Pada umumnya Toluena memiliki dampak yang sama dengan Xylene. Dapat menyebabkan depresi sistem saraf pusat . Dapat menyebabkan kerusakan hati dan ginjal. Bahan ini telah menyebabkan efek merugikan pada sistem reproduksi . Dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, pencernaan, mata dan kulit. Dapat masuk ke dalam paru-paru dan menyebabkan kerusakan. Aspirasi dapat terjadi jika tertelan. Dapat terserap utuh oleh kulit.

## 2.6. ASTM E1225 – 3

Standar ini digunakan untuk menentukan konduktivitas termal dengan keadaan steady state. Tes ini efektif digunakan untuk material dengan nilai konduktivitas termal rata-rata dengan rentang  $0.2 < \lambda < 200 \text{ W/m}$  dengan rentang temperature antara 90 sampai 1300 K. Jika digunakan nilai diluar rentang tersebut maka terjadi penurunan akurasi pada penentuan konduktivitas termal.

Cara pengujian yaitu spesimen uji dimasukkan di bawah beban antara dua spesimen dari bahan sifat termal yang diketahui. Gradien suhu terbentuk di tumpukan uji dan kehilangan panas diminimalkan dengan penggunaan longitudinal yang memiliki gradien suhu yang hampir sama. Pada kondisi ekuilibrium, konduktivitas termal berasal dari gradien suhu yang diukur pada masing-masing spesimen dan Konduktivitas termal bahan referensi.



**Gambar 11** Skema Pengujian ASTM E1225 - 3

## 2.7. Hasil Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya membahas tentang:

- a. Sondana, Agung, 2013, *Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Teknologi Insulasi Vakum*, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.
  - Metodologi:

Melakukan pembuatan *prototype coolbox* yang ukuran dan dimensinya sama dengan penelitian sebelumnya namun menambah insulasi vakum pada dindingnya. Kemudian dilakukan analisa suhu dan waktu pendinginan.

- Hasil:

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan temperatur terendah adalah  $-2^{\circ}\text{C}$  dengan waktu pendinginan terlama 122 jam pada kondisi vakum dan 124 jam pada kondisi udara luar. Hal ini membuktikan bahwa dengan insulasi vakum dapat memperlama waktu pendinginan.

- b. Arbintirso, E.S, 2008, *Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Padi*, Fakultas Teknik Industri, IST AKPRIND, Yogyakarta.

- Metodologi:

Membuat papan partikel dengan bahan sekam padi dan perekat resin dengan ketebalan papan 1 cm. Papan partikel tersebut kemudian di uji konduktivitas thermal dan dilakukan percobaan untuk membandingkan kemampuan kotak yang terbuat dari sekam padi dan resin dengan kotak *Styrofoam*, dalam mempertahankan suhu.

- Hasil:

Kotak dengan bahan sekam padi mampu menjadi isolator panas 20 % lebih baik daripada kotak *Styrofoam* dalam mempertahankan dingin.

- c. Hidayat, Mochamad, 2017, *Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Campuran Polyurethane pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional*, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya.

- Metodologi:

Membuat insulasi menggunakan campuran *polyurethane* dan serbuk kayu. Setelah dilakukan pengetesan diambil komposisi 60 : 40 antara *polyurethane* dan serbuk kayu. dari komposisi tersebut dibuat sebuah kotak pendingin yang kemudian dibandingkan dengan kotak pendingin dengan bahan 100 % *polyurethane*.

- Hasil:

Hasil dari penelitian tersebut didapatkan hasil pencampuran dengan serbuk kayu dengan komposisi 60 : 40 tidak cukup baik, karena *polyurethane* tidak mampu menembus sela sela serbuk kayu. Kotak dengan campuran serbuk kayu mampu menahan es balok sampai mencair sempurna pada jam ke - 34, lebih cepat dari kotak pendingin dengan bahan 100 % *polyurethane* yang mampu menahan es balok hingga jam ke - 40. Keuntungan secara ekonomis dalam pembuatan insulasi palka sebesar  $4,8 \text{ m}^3$  sebesar Rp. 4.486.000 lebih murah dibandingkan palka dengan bahan 100 % *polyurethane*.

- d. Abidin, Muhammad, 2017, *Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Dari Sekam Padi*, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.

- Metodologi:

Membuat spesimen dengan beberapa perbandingan yang berbeda antara sekam padi : semen putih : air. Setelah dilakukan pengetesan maka didapatkan bahwa spesimen yang paling tepat dengan komposisi 1 : 1 : 2.5 antara sekam padi : semen putih : air. Setelah itu dibuat kotak pendingin dengan insulasi berbahan sekam padi dan semen putih dengan perbandingan 1 : 1. Kotak pendingin tersebut kemudian dibandingkan dengan kotak *Styrofoam* dalam hal kemampuan mempertahankan dingin.

- Hasil:

Hasil dari penelitian ini selama 24 jam kotak pendingin dengan bahan sekam dan semen hanya mampu mempertahankan suhu hingga 13,5°C lebih tinggi dibanding dengan kotak *Styrofoam* yang mampu mempertahankan suhu hingga 10,6°C.

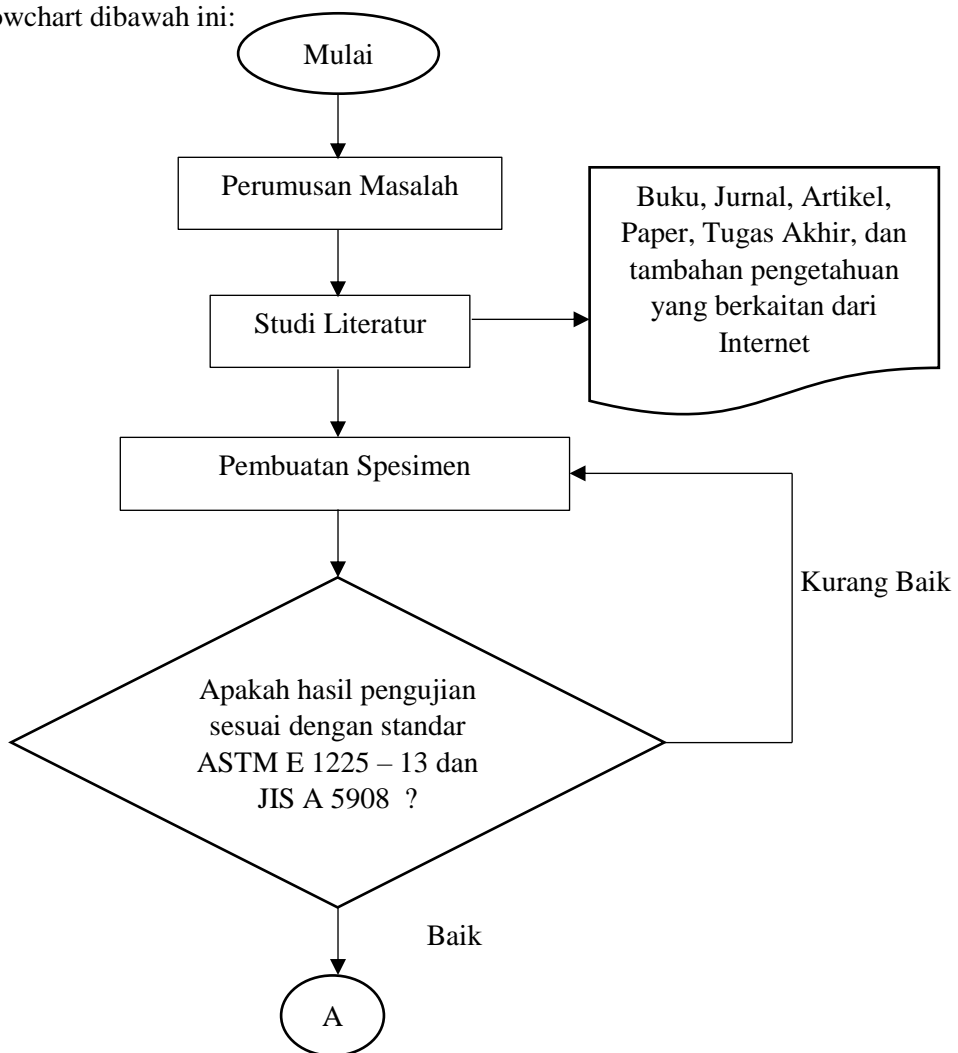
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metodologi

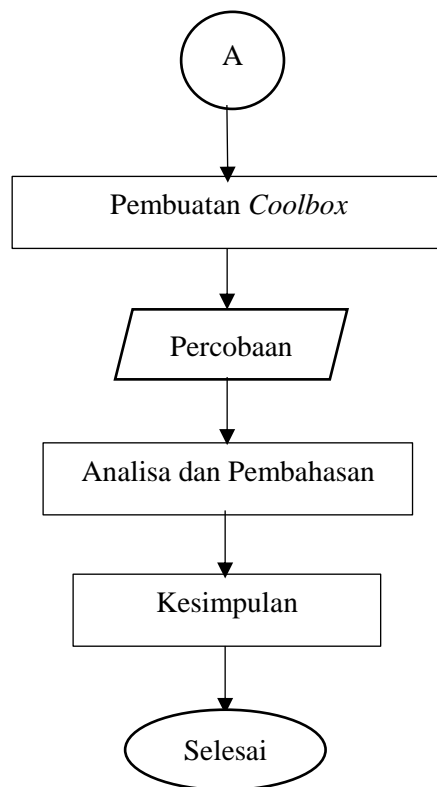
Pada penulisan tugas akhir ini digunakan metode berbasis eksperimen dengan membuat peralatan yang kemudian dilakukan percobaan dan pengujian terhadap alat yang telah dibuat. Untuk metode tambahan dalam penulisan skripsi ini berupa studi literatur, studi empiris, dan pengolahan data. Berbagai data dan informasi berasal dari daftar pustaka yang menunjang dalam penulisan laporan tugas akhir.

### 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan metodologi seperti pada flowchart dibawah ini:



**Gambar 3.1** Diagram alir pengerjaan tugas akhir



**Gambar 3.1** Lanjutan Diagram alir pengerjaan tugas akhir

### 3.3. Deskripsi Diagram Alir

Dalam pembuatan tugas akhir ini, tentu saja memerlukan proses yang harus terstruktur. Hal tersebut haruslah ada, agar kedepannya dalam pengerjaan akan lebih sistematis dan memudahkan dalam penyelesaiannya. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:

#### 3.3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Dengan mengidentifikasi permasalahan maka akan didapatkan perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu juga terdapat batasan masalah. Hal ini bermaksud untuk lebih memusatkan topik yang ada agar tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah.



### 3.3.2.Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literature berupa informasi yang mendukung terhadap perumusan masalah yang ada seperti:

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Artikel
- d. Paper
- e. Tugas akhir
- f. Internet

### 3.3.3.Pembuatan Spesimen

Sebelum pembuatan coolbox maka akan dilakukan pembuatan spesimen yang digunakan saat pengujian, sehingga nantinya akan didapatkan komposisi yang paling baik antara limbah HDPE dan sekam padi. Pembuatan spesimen uji ini terbagi menjadi 3 yaitu, spesimen uji massa jenis, spesimen uji *bending strength*, spesimen uji konduktivitas thermal.

#### 3.3.3.1. Alat dan Bahan

Pada pembuatan spesimen, terdapat alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen yaitu :

- a. Oven
- b. Cetakan kotak yang terbuat dari kayu dengan Ukuran 6 x 6 x 1 cm
- c. Cetakan kotak yang terbuat dari kayu dengan Ukuran 23 x 6 x 1 cm
- d. Cetakan tabung yang terbuat dari tembaga dengan diameter 5 cm dan tinggi 6 cm
- e. Gunting
- f. Xylene
- g. Sekam
- h. Botol Oli
- i. Aluminium Foil

#### 3.3.3.2. Spesimen Uji Massa Jenis

Pembuatan spesimen untuk pengujian massa jenis dengan ukuran spesimen sebesar 5cm x 5cm x 1cm dengan pembuatan cetakan terbuat dari kayu. Proses pembuatan spesimen yaitu :

- a. Sekam padi dijemur selama satu hari
- b. Limbah HDPE didapatkan dari botol bekas oli.
- c. Botol oli dicuci dan dibersihkan label dan oli yang menempel.
- d. Botol oli dipotong dengan potongan sebesar 1 cm.
- e. Potongan HDPE ditaruh di dalam gelas dan dicampur xylene dengan volume 15 - 30 ml, xylene berfungsi untuk melarutkan plastik.
- f. Potongan HDPE yang telah dicampur xylene dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 150oc selama 30 menit.
- g. Setelah dipanaskan sekam dicampur ke dalam gelas dan diaduk, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan kayu yang berukuran 6 cm x 6cm x 1cm, kemudian di tekan.

- h. Sekam padi dan HDPE yang sudah bercampur di tuangkan ke dalam cetakan Untuk komposisi campuran antara sekam padi dan HDPE yaitu sebesar 1:1, 1:2, 1:3, 1:4.
- i. Spesimen di jemur dalam ruangan terbuka selama 4 hari untuk menghilangkan kandungan *xylene*, spesimen akhir akan seperti gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Spesimen Untuk Perhitungan Massa Jenis

### 3.3.3.3. Spesimen Uji *Bending Strength*

Pembuatan spesimen untuk pengujian *bending strength* ini mengacu pada standar JIS A 5908 (2003) dengan spesimen berbentuk balok dengan ukuran sebesar 20cm x 5 cm x 1cm. pembuatan spesimen dilakukan dengan cetakan yang terbuat dari kayu yang di sesuaikan dengan ukuran spesimen. Proses pembuatan spesimen yaitu :

- a. Sekam padi dijemur selama satu hari
- b. Limbah HDPE didapatkan dari botol bekas oli.
- c. Botol oli dicuci dan dibersihkan label dan oli yang menempel.
- d. Botol oli dipotong dengan potongan sebesar 1 cm.
- e. Potongan HDPE ditaruh di dalam gelas dan dicampur *xylene* dengan volume 75 - 125 ml, *xylene* berfungsi untuk melarutkan plastik.
- f. Potongan HDPE yang telah dicampur *xylene* dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 150°C selama 30 menit.
- g. Setelah dipanaskan sekam dicampur ke dalam gelas dan diaduk, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan kayu yang berukuran 23 cm x 6 cm x 1cm, kemudian di tekan.
- h. Untuk komposisi campuran antara sekam padi dan HDPE yaitu sebesar 1:1, 1:2, 1:3, 1:4.
- i. Spesimen di jemur dalam ruangan terbuka selama 4 hari untuk menghilangkan kandungan *xylene*, bentuk spesimen seperti gambar 3.3.

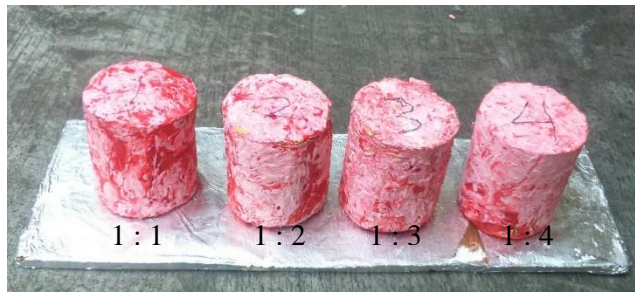


**Gambar 3.3** Spesimen Untuk Pengujian Kekuatan Lentur

#### **3.3.3.4. Spesimen Uji Konduktivitas Thermal**

Pembuatan spesimen untuk pengujian Konduktivitas thermal ini mengacu pada standar ASTM E 1225 – 12. Spesimen berbentuk tabung dengan tinggi 5 cm dan diameter 4 cm. Proses pembuatan dari spesimen yaitu :

- a. Sekam padi dijemur selama satu hari
- b. Limbah HDPE didapatkan dari botol bekas oli.
- c. Botol oli dicuci dan dibersihkan label dan oli yang menempel.
- d. Botol oli dipotong dengan potongan sebesar 1 cm.
- e. Potongan HDPE ditaruh di dalam gelas dan dicampur xylene dengan volume 40 - 70 ml, xylene berfungsi untuk melarutkan plastik.
- f. Potongan HDPE yang telah dicampur xylene dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 150°C selama 30 menit.
- g. Setelah dipanaskan sekam dicampur ke dalam gelas dan diaduk, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berbahan kuningan yang berdiameter 5 cm dengan ketinggian 6 cm, kemudian di tekan.
- h. Untuk komposisi campuran antara sekam padi dan HDPE yaitu sebesar 1:1, 1:2, 1:3, 1:4.
- i. Spesimen di jemur dalam ruangan terbuka selama 4 hari untuk menghilangkan kandungan *xylene*, spesimen akan seperti gambar 3.4.



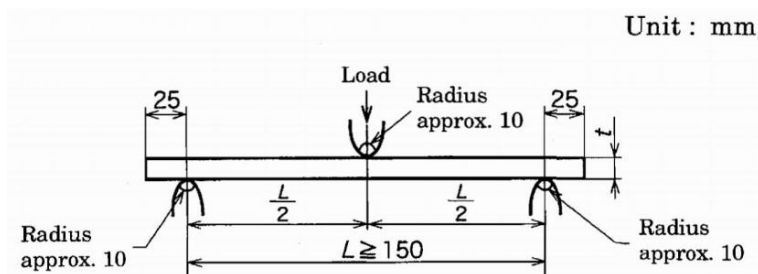
**Gambar 3.4** Spesimen Untuk Pengujian Konduktivitas Thermal

### 3.3.4. Pengujian Spesimen

Pengujian pada spesimen ini meliputi pengujian massa jenis, konduktivitas thermal, dan kekuatan bahan (*Bending Strength Test*). Untuk standarisasi konduktivitas thermal menggunakan standar ASTM E 1225 – 13 sedangkan untuk kekuatan lentur menggunakan JIS A 5908 (2003).

#### 3.3.4.1. Pengujian *Bending Strength*

Pada pengujian *bending strength* atau kuat lentur dilakukan di Balai Standarisasi Nasional (BARISTAND) yang berlokasi di Jl. Jagir Wonokromo. Pengujian kuat lentur ini menggunakan alat UTM (*universal testing machine*) dengan merujuk standar JIS A 5908 (2003) yang merupakan standar bagi papan partikel. Pengujian kuat lentur ini juga dilakukan untuk melihat kuat lentur suatu bahan ketika menahan suatu bahan.



**Gambar 3.5** Skema pengujian Kuat Lentur Spesimen

Pada standar JIS A 5908 (2003), cara pengujian dilakukan dengan skema pada gambar 3.5 sedangkan untuk penghitungan kuat lentur dilakukan menggunakan rumus :

$$\text{Bending strenght (kg/cm}^2\text{)} = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2)$$

Dimana:

P = Beban sampai patah (N)

L = Panjang bentang (mm)

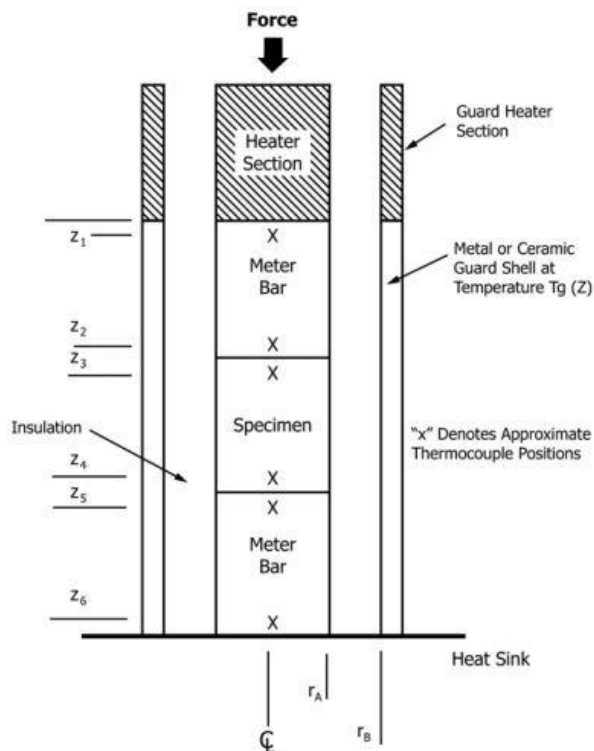
b = Lebar spesimen uji (mm)

h = Tebal spesimen uji (mm)

#### 3.3.4.2. Pengujian Konduktivitas Thermal

Pada pengujian konduktivitas thermal dilakukan di Laboratorium Rekayasa Thermal, Departemen Teknik Mesin, FTI – ITS. Pengujian dilakukan dengan

metode *steady state*. Untuk standar yang digunakan adalah standar ASTM – E 1225. Pengujian dilakukan dengan mengapit kedua sisi atas dari spesimen dengan tembaga yang berbentuk tabung, yang akan dipanaskan oleh pemanas di tembaga bagian atas. Alat tersebut juga dilindungi oleh busa sehingga kalor yang ditransferkan tidak banyak terbuang. Alat tersebut diletakkan kabel yang tersambung pada termokopel pada tembaga atas ( $Z_1$  dan  $Z_2$ ), spesimen ( $Z_3$  dan  $Z_4$ ), dan tembaga bawah ( $Z_5$  dan  $Z_6$ ) seperti gambar 3.6 yang berfungsi untuk mengukur suhu yang ditransferkan oleh pemanas.

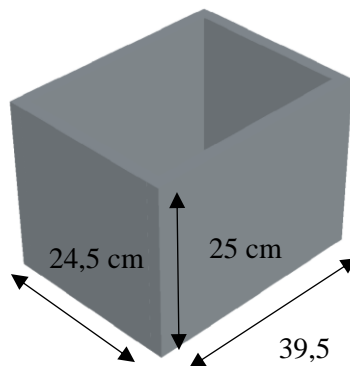


**Gambar 3.6** Skema Pengujian Konduktivitas Thermal

Terdapat dua mode dalam penggunaan alat uji konduktivitas ini, yaitu untuk mengukur konduktivitas thermal bahan konduktor dan mengukur konduktivitas bahan isolator. Perbedaan dalam kedua mode ini yaitu pada peletakan kabel  $Z_5$ , ketika digunakan untuk mengukur konduktivitas thermal  $Z_5$  diletakkan pada bagian bawah spesimen, ketika digunakan sebagai bahan isolator  $Z_5$  diletakkan 1 cm di tengah spesimen sehingga spesimen perlu diberikan lubang.

### 3.3.5. Pembuatan Kotak Pendingin

Pembuatan kotak pendingin dilakukan dengan menggunakan komposisi antara sekam padi dan HDPE sebesar 1 : 1. Kotak pendingin berukuran 39,5 cm x 24,5 cm x 25 cm dengan ketebalan 3 cm seperti gambar 3.7, ukuran kotak pendingin ini di sesuaikan dengan ukuran *styrofoam* yang akan menjadi pembanding kotak pendingin.



**Gambar 3.7** Bentuk dan Ukuran *Coolbox*

#### 3.3.5.1. Alat dan Bahan

- a. Gunting
- b. *Xylene*
- c. Sekam
- d. Botol Oli
- e. Aluminium Foil
- f. Oven
- g. Cetakan kayu
- h. Kotak Styrofoam
- i. Kotak Sekam padi dan HDPE

#### 3.3.5.2. Proses Pembuatan

Setelah ditentukan komposisi yang tepat dari hasil pengujian, maka dilakukan pembuatan kotak pendingin. Untuk kotak pendingin yang akan dibuat yaitu kotak dengan ukuran 39,5 cm x 24,5 cm x 25 cm dengan ketebalan 3 cm seperti gambar 3.8. Proses pembuatan kotak pendingin yaitu :

1. Botol oli bekas di bersihkan kemudian dipotong hingga ukuran kecil.
2. Potongan HDPE dan sekam padi di campur dengan menggunakan *xylene*.
3. Campuran HDPE, sekam padi, dan *xylene* di masukkan ke dalam oven dengan suhu 150°C.
4. Setelah 1 jam campuran di masukkan ke dalam cetakan, kemudian di tekan selama 10 menit.
5. Kemudian kembali ke proses pertama hingga cetakan penuh.



**Gambar 3.8** Kotak Pendingin yang sudah jadi

### 3.3.6. Percobaan

Percobaan akan membandingkan kemampuan kotak pendingin dengan insulasi berbahan limbah HDPE dan sekam padi dengan kotak pendingin berbahan *Styrofoam*. Pada percobaan ini setiap kotak pendingin di tambahkan oleh plastik, plastik bertujuan agar air pada kotak pendingin campuran sekam padi dan HDPE tidak meluber. Temperatur yang diambil pada percobaan ini yaitu, temperatur kotak pendingin berbahan sekam padi dan HDPE, temperatur berbahan styrofoam, dan temperatur ruangan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan temperatur ruangan digital selama 24 jam, pengambilan data temperatur diambil setiap 10 menit.



**Gambar 3.9** Percobaan menggunakan 2 kotak pendingin

### 3.3.7. Analisa dan Pembahasan

Dari hasil percobaan yang dilakukan maka selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap hasil dari percobaan yang telah dilakukan. Data-data yang diperoleh akan dianalisa dan dilakukan perbandingan antara beberapa percobaan. Kemudian dibuat grafik perbandingan setiap percobaan. Sehingga bisa diketahui apakah

pendinginan dengan sistem insulasi menggunakan bahan sekam padi dapat menghasilkan pendinginan yang lebih lama ataupun sebaliknya dan apakah pendinginan dengan sistem ini bisa menjaga temperatur tetap konstan.



## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pemilihan Pelarut

Penentuan pelarut dilakukan dengan membandingkan pelarut *xylene* dan *toluene*. Penentuan pelarut dilakukan dengan pertimbangan waktu pelarutan HDPE, Harga, Volume yang dibutuhkan. Eksperimen ini bertujuan untuk menentukan jenis pelarut yang cocok digunakan dalam pembuatan insulasi untuk nelayan, salah satu syarat dalam pembuatan insulasi kotak pendingin adalah bahan yang murah dan efisien dalam pembuatan, karena itu eksperimen yang dilakukan yaitu untuk menentukan waktu pelarutan HDPE dan volume yang dibutuhkan dalam pelarutan dilakukan dengan menggunakan membuat spesimen dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 1 cm berbentuk kotak dengan komposisi volume HDPE dan Sekam yaitu 50 : 50 seperti gambar 4.1.



**Gambar 4.1** (1) Hasil Pelarut *xylene* (2) Hasil Pelarut *toluene*

**Tabel 4.1** Hasil Perbandingan *Toluene* dan *Xylene*

Jenis Pelarut	Komposisi Sekam Padi : HDPE	Volume Sekam Padi : HDPE	Berat Bahan		Temperatur (°c)	Volume (mL)	Waktu (menit)
			Sekam Padi (gr)	HDPE(gr)			
<i>Xylene</i>	1 : 1	(50 % : 50 %)	3	7	150	15	21
<i>Toluene</i>	1 : 1	(50 % : 50 %)	3	7	150	35	34

Dari tabel 4.1 menunjukkan bahwa penggunaan pencampuran HDPE dan sekam padi dengan menggunakan pelarut *xylene* pada temperatur 150 membutuhkan volume *xylene* sebesar 15 ml dengan lama waktu pelarutan 21 menit. Sedangkan untuk penggunaan pencampuran HDPE dan sekam padi dengan menggunakan pelarut *toluene* membutuhkan volume *toluene* sebesar 35 ml dengan lama waktu pelarutan 34 menit. Pelarutan dengan menggunakan *toluene* akan membutuhkan volume yang lebih banyak dari *xylene* dikarenakan, *toluene* mempunyai titik didih yaitu 110 °c, titik didih tersebut

lebih rendah dari titik didih *xylene* yang sebesar 144 °c sehingga ketika di panaskan pada temperatur 150 °c *toluene* akan lebih dahulu mendidih dan menguap dibandingkan *xylene*.

Dari tabel 4.1 juga didapatkan bahwa *xylene* memiliki waktu yang lebih cepat ketika digunakan sebagai pelarut dalam pencampuran antara sekam dan HDPE yaitu dengan lama waktu 21 menit. Sedangkan dengan pelarut *toluene* di dapatkan lama waktu pelarutan sebesar 34 menit.

**Tabel 4.2** Perbandingan Harga Pelarut

Pelarut	Harga (Rupiah)
<i>Xylene</i>	Rp. 30.000/liter
<i>Toluene</i>	Rp. 80.000/liter

Dari tabel 4.2 didapatkan hasil bahwa pelarut *xyelene* mempunyai harga yang lebih murah yaitu sebesar Rp, 30.000/liter dibandingkan *toluene* yaitu sebesar Rp. 80.000. selain itu pelarut *xylene* lebih mudah didapatkan di toko bahan kimia dibandingkan dengan *toluene* yang tidak semua toko kimia menjualnya.

Dari ketiga faktor yaitu faktor Volume, waktu dan harga didapatkan hasil *xylene* mempunyai keunggulan dibanding *toluene* dari segi volume, waktu dan harga. Untuk itu pelarut yang akan digunakan dalam percobaan ini adalah *xylene*.

#### 4.2. Perhitungan Massa Jenis

Perhitungan massa jenis ( $\rho$ ) merujuk pada massa persatuan volume. Massa jenis tidak bergantung pada jumlah zat, sedikit atau banyak suatu zat maka massa jenis akan tetap sama. Karena massa jenis setiap zat merupakan ciri khas suatu zat. Untuk pembuatan spesimen uji menggunakan ukuran 5cm x 5 cm x 1cm dengan komposisi dari setiap spesimen seperti tabel 4.1. Untuk rumus perhitungan massa jenis yaitu:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana :

$\rho$  = massa jenis (gr/cm<sup>3</sup>)

m = massa (gr)

V = volume (cm<sup>3</sup>)

**Tabel 4.3** Komposisi Bahan Spesimen Perhitungan Massa Jenis

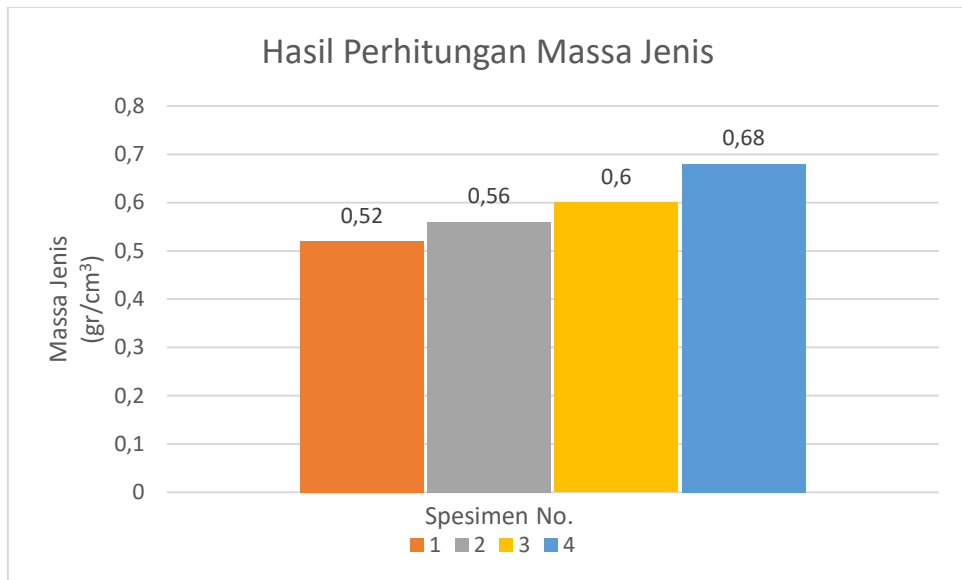
Spesimen No.	Komposisi Bahan Sekam Padi : HDPE	Volume Sekam Padi : HDPE	Berat Bahan		Xyelene (mL)
			Sekam Padi (gr)	HDPE(gr)	
1	1 : 1	50% : 50%	3	7	15
2	1 : 2	34% : 66%	2	8	20
3	1 : 3	25% : 75%	2	9	25
4	1 : 4	20% : 80%	1	10	30

**Gambar 4.2** Spesimen Untuk Pengujian Massa Jenis

Proses perhitungan massa jenis dilakukan ketika spesimen sudah dibiarkan dalam ruangan terbuka selama 4 hari. spesimen yang sudah kering seperti gambar 4.2 ditimbang dengan menggunakan timbangan digital kemudian dihitung berdasarkan rumus diatas. Berdasarkan perhitungan spesimen, didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Massa Jenis

Parameter Uji	Sekam Padi : HDPE			
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4
Massa (gr)	13	14	15	17
Massa Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	0,52	0,56	0,6	0.68



**Gambar 4.3** Grafik Perhitungan Massa Jenis

Dari Tabel 4.4 didapatkan kesimpulan bahwa komposisi 1 : 1 antara sekam padi dengan HDPE menghasilkan massa jenis paling rendah yaitu dengan 0.52 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan untuk komposisi 1 : 4 antara sekam padi dengan HDPE menghasilkan massa jenis paling berat dengan hasil 0.68 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan penambahan perbandingan HDPE akan menambah massa jenis dari setiap spesimen, selain itu di dalam spesimen juga masih terdapat sisa campuran xylene sehingga menambah berat dari spesimen yang ada.

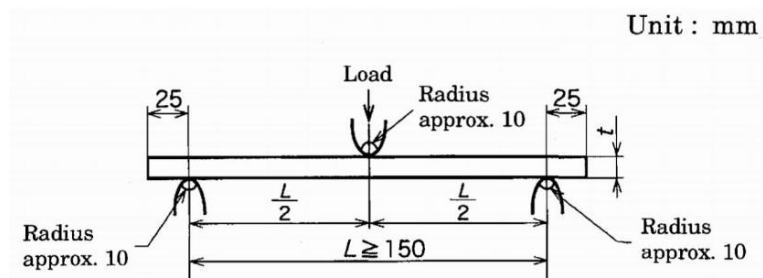
#### 4.3. Pengujian *Bending Strength*

Pengujian kuat lentur ( bending strength ) dilakukan di BARISTAND (Balai Riset dan Standarisasi Industri ) Surabaya dengan menggunakan alat UTM (universal testing machine ). Pengujian dilakukan sesuai dengan standard JIS A 5908 dengan jarak tumpuan sebesar 150mm. Cara pengujian kuat lentur yaitu dengan memberikan beban pada titik tengah dari spesimen dengan jarak tumpuan sebesar 150 mm seperti gambar 4.4. Spesimen yang diujikan yaitu berukuran 200 mm x 50 mm x 10 mm seperti gambar 4.5 untuk komposisi setiap spesimen dapat dilihat pada tabel 4.5. Selanjutnya hasil dari maksimum load dari spesimen akan di hitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Bending strenght (kg/cm}^2\text{)} = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2)$$

Dimana:

- P = Beban sampai patah (N)
- L = Panjang bentang (mm)
- b = Lebar spesimen uji (mm)
- h = Tebal spesimen uji (mm)



**Gambar 4.4** Skema pengujian Kuat Lentur Spesimen



**Gambar 4.5** Spesimen Untuk Pengujian Kekuatan Lentur

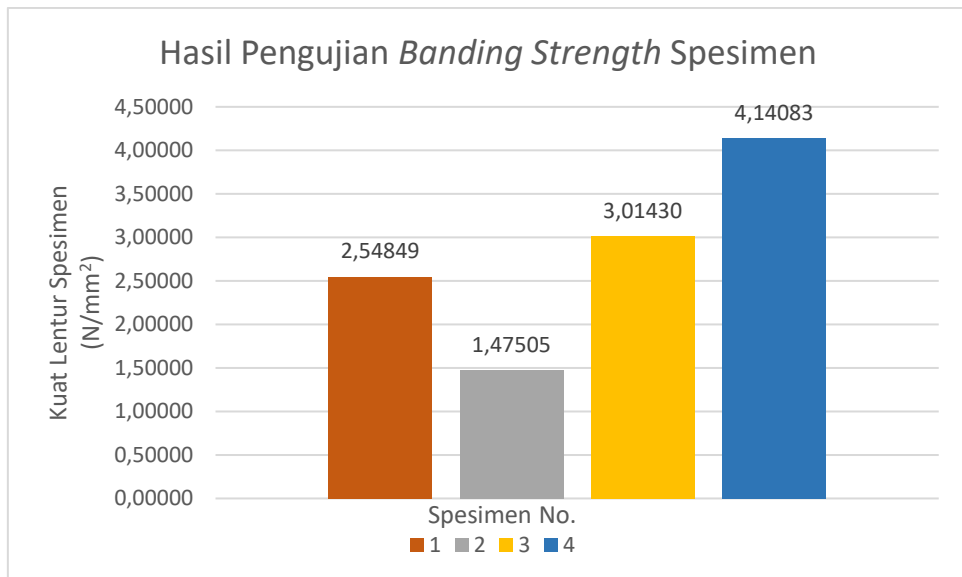
**Tabel 4.5** Komposisi Bahan Spesimen Pengujian Bending Strength

Spesimen No.	Komposisi Bahan Sekam Padi : HDPE	Volume Sekam Padi : HDPE	Berat Bahan		Xylene (mL)
			Sekam Padi (gr)	HDPE(gr)	
1	1 : 1	50% : 50%	11	44	75
2	1 : 2	34% : 66%	8	51	95
3	1 : 3	25% : 75%	6	53	110
4	1 : 4	20% : 80%	4	56	125

Dari hasil pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian *Bending Strength*

Parameter Uji	Sekam Padi : HDPE			
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4
Kuat Lentur (N/mm <sup>2</sup> )	2,54849	1,47505	3,01430	4,14083



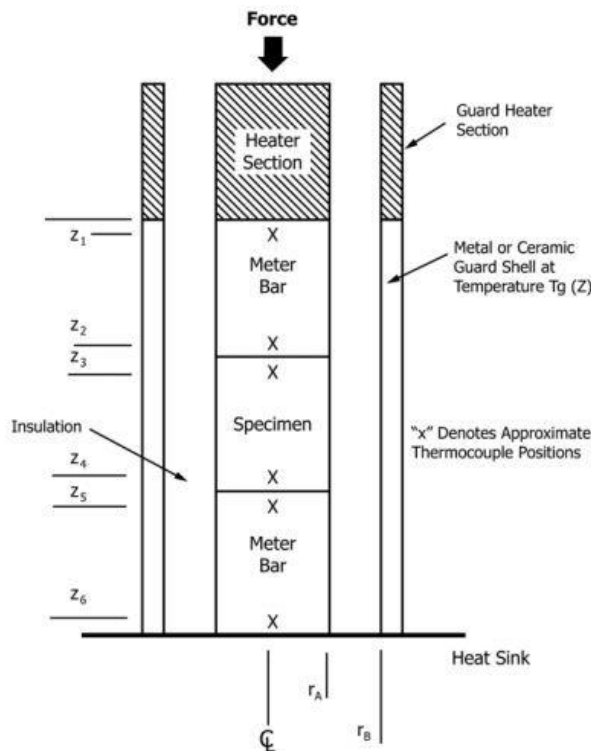
**Gambar 4.6** Grafik Hasil Pengujian *Bending Strength*

Dari tabel 4.6 diketahui bahwa komposisi yang memiliki nilai kuat lentur yang rendah adalah komposisi 1 : 2. Sedangkan yang tertinggi yaitu campuran sekam padi dan HDPE dengan komposisi 1 : 4. Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa semakin banyak kandungan HDPE pada spesimen maka akan menambah kekuatan lentur suatu bahan, dan penambahan sekam padi yang terlalu banyak akan mengurangi kekuatan lentur suatu spesimen. Hipotesa penyebab komposisi memiliki data yang kurang baik yaitu dikarenakan kurang meratanya penyebaran sekam padi sehingga terdapat bagian yang memiliki kandungan HDPE yang lebih banyak, sehingga ketika dilakukan pengujian kuat lentur memiliki hasil yang tidak stabil.

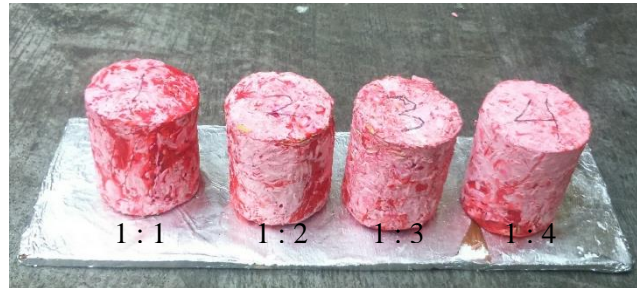
Dari keseluruhan komposisi yang diuji masih belum ada yang sesuai dengan standar kuat lentur dari JIS 5908 (2003). Hal ini memperlihatkan bahwa kurang menyatunya campuran antara sekam padi dan HDPE, sehingga diperlukan bahan tambahan untuk memperkuat lapisan saat bahan dijadikan *coolbox*. Selain itu penggunaan lapisan juga dapat digunakan sebagai pelindung antara ikan dengan campuran sekam dan HDPE, karena jika diletakkan langsung antara Ikan dengan bahan isolator sekam dan HDPE ditakutkan akan tercampur dengan bahan kimia dalam pembuatan campuran.

#### 4.4. Pengujian Konduktivitas Thermal

Pengujian konduktivitas thermal dilakukan di Laboratorium Rekayasa Thermal, Departemen Teknik Mesin FTI – ITS menggunakan metode *steady state*. Pengujian dilakukan dengan mengapit kedua sisi atas dari spesimen dengan tembaga yang berbentuk tabung, yang akan dipanaskan oleh pemanas di tembaga bagian atas. Alat tersebut juga dilindungi oleh busa sehingga kalor yang ditransferkan tidak banyak terbuang. Alat tersebut diletakkan kabel yang tersambung pada termokopel pada tembaga atas ( $Z_1$  dan  $Z_2$ ), spesimen ( $Z_3$  dan  $Z_4$ ), dan tembaga bawah ( $Z_5$  dan  $Z_6$ ) seperti gambar 4.7 yang berfungsi untuk mengukur suhu yang ditransferkan oleh pemanas. Terdapat dua mode dalam penggunaan alat uji konduktivitas ini, yaitu untuk mengukur konduktivitas thermal bahan konduktor dan mengukur konduktivitas bahan isolator. Perbedaan dalam kedua mode ini yaitu pada peletakan kabel  $Z_5$ , ketika digunakan untuk mengukur konduktivitas thermal  $Z_5$  diletakkan pada bagian bawah spesimen, ketika digunakan sebagai bahan isolator  $Z_5$  diletakkan 1 cm di tengah spesimen sehingga spesimen perlu diberikan lubang. Spesimen yang digunakan yaitu campuran sekam dan HDPE yang berbentuk tabung dengan diameter 4 cm dan tinggi 5 cm seperti gambar 4.8.



**Gambar 4.7** Skema Pengujian Konduktivitas Thermal



**Gambar 4.8** Spesimen uji konduktivitas thermal

Standar pengujian sifat termal pada komposit menggunakan ASTM E 1225-13. Metode pengujian ini menjelaskan teknik *steady* untuk menentukan nilai konduktivitas termal. Nilai konduktivitas termal akan menunjukkan kecepatan ketika terjadinya perpindahan kalor dari tembaga atas ke spesimen dan diteruskan ke tembaga bawah. Pada ASTM E 1225-13 untuk menentukan laju kalor pada bahan digunakan rumus sebagai berikut.

- Untuk bahan referensi meter bar atas (*top bar*)

$$q'_T = \lambda_M \frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1} \quad (3)$$

- Untuk bahan referensi meter bar bawah (*bottom bar*)

$$q'_B = \lambda_M \frac{T_6 - T_5}{Z_6 - Z_5} \quad (4)$$

- Dari kedua persamaan diatas, untuk menghitung nilai konduktivitas termal spesimen menggunakan rumus dibawah:

$$\lambda'_S = \frac{(q'_T + q'_B)(Z_4 - Z_3)}{2(T_4 - T_3)} \quad (5)$$

Keterangan:

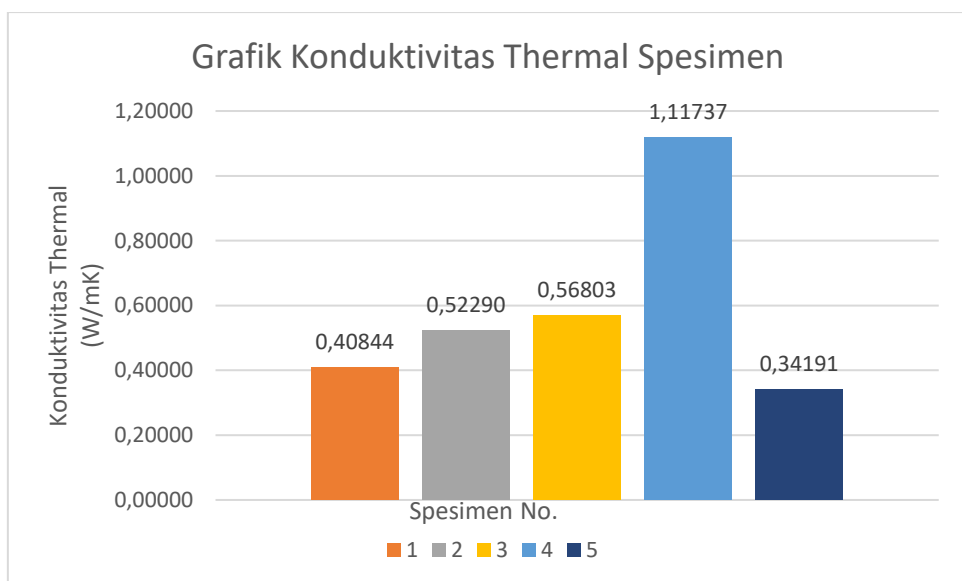
- q = Aliran panas per satuan luas (W/m<sup>2</sup>)  
 $\lambda$  = konduktivitas termal (W/mK)  
 T = Temperatur (K)  
 Z = Posisi yang diukur dari ujung atas kolom (m)



Dari hasil pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Konduktivitas Thermal

Nomor Spesimen	Komposisi Sekam Padi : HDPE	Volume Sekam Padi : HDPE	Konduktivitas Thermal (W/mK)
1	1 : 1	50 % : 50 %	0,40844
2	1 : 2	34 % : 66 %	0,52290
3	1 : 3	25 % : 75 %	0,56803
4	1 : 4	20 % : 80 %	1,11737
5	1,5 : 1	60 % : 40 %	0,34191



**Gambar 4.9** Grafik hasil pengujian Konduktivitas Thermal

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 4 spesimen yaitu dengan perbandingan komposisi sekam padi : HDPE sebesar 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4. Spesimen No. 5 merupakan spesimen tambahan yaitu dengan menggunakan komposisi padi : HDPE sebesar 1,5 : 1, spesimen ini digunakan dalam pengujian konduktivitas thermal sebagai spesimen tambahan, namun pada spesimen ini sekam padi tidak terlalu merekat sehingga tidak disertakan pada pengujian *bending strength*.

Dari tabel 4.7 campuran antara sekam padi dan HDPE 1 : 1 mempunyai nilai konduktivitas sebesar 0.40844 W/mK, untuk komposisi 1 : 2 yaitu sebesar 0.52290 W/mK, untuk komposisi 1 : 3 yaitu sebesar 0.56803 W/mK, untuk komposisi 1 : 4 yaitu sebesar 1.11737 W/mK. Komposisi campuran antara sekam padi dan HDPE dengan perbandingan 1 : 1 mempunyai nilai konduktivitas paling rendah kedua sedangkan

dengan komposisi 1,5 : 1 memiliki konduktivitas terendah, hal ini dikarenakan kandungan sekam padi mampu menjadi isolator yang lebih baik ketimbang bahan HDPE. Sehingga semakin banyak kandungan sekam padi maka akan mampu menurunkan nilai konduktivitas thermal yang didapat, hal ini juga dapat dilihat melalui spesimen No. 4 yaitu dengan perbandingan 1 : 4 yang memiliki kandungan HDPE paling banyak yang mempunyai nilai konduktivitas thermal sebesar 1.11737 W/mK. Dari hasil gambar 4.9 juga dapat disimpulkan sekam padi mempunyai konduktivitas yang lebih rendah di bandingkan dengan HDPE, hal tersebut dapat terlihat ketika semakin banyaknya campuran HDPE maka konduktivitas thermal akan semakin naik.

Dari keempat bahan yang di teliti masih belum tercapainya nilai konduktivitas yang baik dikarenakan masih adanya kandungan *xylene* pada saat pencampuran HDPE. Ketika telah dicetak *xylene* akan menguap, namun tidak seluruhnya *xylene* akan menguap, hal itu bisa terlihat dari berat awal sekam padi dan HDPE sebelum di tambahkan *xylene* dan juga berat spesimen setelah dilakukan penjemuran. Selain itu terjadinya penyusutan saat terjadi penguapan pada *xylene* juga akan menyebabkan terciptanya rongga – rongga pada spesimen yang dapat menyebabkan kerapatan dari sekam dan HDPE berkurang dan juga akan masuknya gas seperti udara.

#### 4.5. Percobaan Kotak Pendingin

Untuk mengetahui kemampuan kotak pendingin dengan bahan campuran sekam dan HDPE cara paling mudah yaitu dengan membandingkan dengan kotak pendingin dengan bahan lain. Untuk ini akan dilakukan percobaan dengan membandingkan kotak pendingin berbahan campuran sekam dan HDPE dengan kotak pendingin berbahan *styrofoam* dengan cara mengukur temperatur dalam kotak pendingin yang diisi oleh es balok. Kotak pendingin berbahan *styrofoam* dipilih karena kotak pendingin *styrofoam* adalah kotak yang paling mudah di dapatkan selain itu mempunyai harga yang murah dan sering kali digunakan oleh nelayan.

Ukuran dari kotak pendingin berbahan sekam padi di sesuaikan dengan ukuran pada kotak pendingin *styrofoam* yang ada di pasaran, yaitu dengan ukuran kotak 39,5 cm x 24,5 cm x 25cm dengan ketebalan 3 cm. Komposisi pada kotak pendingin dengan campuran sekam dan HDPE yaitu dengan menggunakan perbandingan 1 : 1 antara sekam padi dan HDPE. Hal ini dikarenakan pada pengujian konduktivitas thermal di dapatkan hasil konduktivitas terendah kedua, sedangkan untuk konduktivitas terendah yaitu komposisi 1,5 : 1 terlalu rapuh sehingga ditakutkan saat pembuatan kotak pendingin sekam akan mudah terkelupas.

Pada percobaan ini dilakukan pengukuran temperatur yang meliputi temperatur ruangan, temperatur dalam kotak pendingin campuran sekam padi dan HDPE, dan temperatur dalam kotak pendingin *styrofoam*. Pengukuran temperatur dalam kotak pendingin dilakukan dengan menggunakan termometer digital seperti gambar 4.10. Untuk ujung kabel diletakkan pada daerah yang tidak terkena air maupun es balok yang ada di dalam kotak pendingin sehingga temperatur yang didapatkan adalah temperatur dari kotak pendingin. Untuk jumlah es balok tiap kotak yaitu 3 buah es balok dengan

ukuran 1,1 kg, artinya terdapat 3,3 kg es balok di setiap kotak pendingin. Pengukuran temperatur dilakukan setiap 10 menit selama 24 jam.



**Gambar 4.10** Kotak Pendingin Campuran Sekam Padi dan HDPE dan Kotak Pendingin Styrofoam



**Gambar 4.11** Bagian Kotak Pendingin Yang Kurang Menyatu

Pada setiap kotak pendingin akan ditambahkan plastik yang berfungsi untuk menahan air agar tidak keluar dari kotak pendingin berbahan sekam padi dan HDPE. Hal ini terjadi karena, terbatasnya volume oven yang digunakan dalam pencampuran HDPE dan sekam padi sehingga dalam pembuatan kotak pendingin dilakukan secara bertahap atau dipisah antara bagian dinding samping, atas dan penutup kotak pendingin. Pembuatan yang bertahap juga akan menyebabkan tiap bagian campuran sekam padi dan HDPE kurang menyatu seperti gambar 4.11, sehingga ada beberapa bagian yang tidak solid sehingga air dapat keluar dari kotak pendingin.

**Tabel 4.8** Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak <i>Styrofoam</i> (°C)
0	30,1	27,3	26
10	30,1	9,8	5
20	30,1	9,2	4,1
30	30,2	9,8	4,5
40	30,1	9,8	4,9
50	30,1	9,8	5,7
60	30,1	9,9	6,1
70	30,1	9,9	6,5
80	30,1	9,9	6,9
90	30	9,9	7,1
100	30	9,9	7,1
110	30,1	9,9	7,4
120	30	10,1	7,8
130	30	10,1	7,8
140	30	10,1	7,8
150	29,9	10,3	7,8
160	29,9	10,3	7,8
170	29,8	10,3	7,8
180	29,8	10,3	7,8
190	29,8	10,3	7,8
200	29,8	10,3	7,8
210	29,8	10,3	8,1
220	29,9	10,5	8,1
230	29,9	10,7	8,1
240	29,8	10,7	8,3

**Tabel 4.8** Lanjutan Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak <i>Styrofoam</i> (°C)
250	29,6	10,7	8,1
260	29,7	10,7	8,1
270	29,7	10,8	8,1
280	29,6	11	8,1
290	29,6	11	8,1
300	29,5	11,3	8,1
310	29,5	11,3	8,1
320	29,5	11,6	8,3
330	29,6	11,6	8,3
340	29,7	11,6	8,3
350	29,5	11,8	8,3
360	29,5	11,8	8,3
370	29,4	12,1	8,3
380	29,4	12,1	8,3
390	29,2	12,1	8,4
400	29,4	12,3	8,6
410	29,3	12,3	8,3
420	29,3	12,3	8,3
430	29,3	12,7	8,4
440	29,3	12,7	8,4
450	29,2	12,7	8,4
460	29,3	13	8,4
470	29,3	13	8,4
480	29,2	13	8,4

**Tabel 4.8** Lanjutan Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak <i>Styrofoam</i> (°C)
490	29,1	13,4	8,4
500	29,1	13,4	8,6
510	28,9	13,7	8,6
520	29	13,7	8,4
530	29	14,1	8,4
540	28,9	14,1	8,4
550	29,1	14,1	8,6
560	28,9	14,4	8,6
570	28,9	14,4	8,6
580	28,8	14,4	8,6
590	28,8	14,7	8,8
600	29	14,7	8,8
610	28,9	15,1	8,8
620	28,9	15,1	9
630	29	15,4	9
640	29	15,6	9
650	29	15,9	9
660	28,9	16,1	9
670	29	16,1	9
680	29,1	16,1	9
690	29	16,3	9
700	29	16,5	9,1
710	29,1	16,5	9,3
720	29	16,7	9,3

**Tabel 4.8** Lanjutan Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak <i>Styrofoam</i> (°C)
730	29	17	9,3
740	29,1	17	9,3
750	29,1	16,9	9,3
760	29,1	16,9	9,3
770	29,1	16,9	9,3
780	29,3	17,2	9,5
790	29,2	17,2	9,5
800	29,2	17,2	9,6
810	29,4	17,2	9,5
820	29,5	17,2	9,8
830	29,5	17,2	9,8
840	29,6	17,2	9,8
850	29,5	17,2	9,9
860	29,5	17,2	9,9
870	29,7	17,5	10,2
880	29,7	17,5	10,2
890	29,8	17,5	10,2
900	29,8	17,5	10,3
910	29,7	17,5	10,5
920	29,9	17,6	10,5
930	29,9	17,6	10,5
940	29,9	17,5	10,8
950	30	17,6	10,8
960	30	17,6	10,8

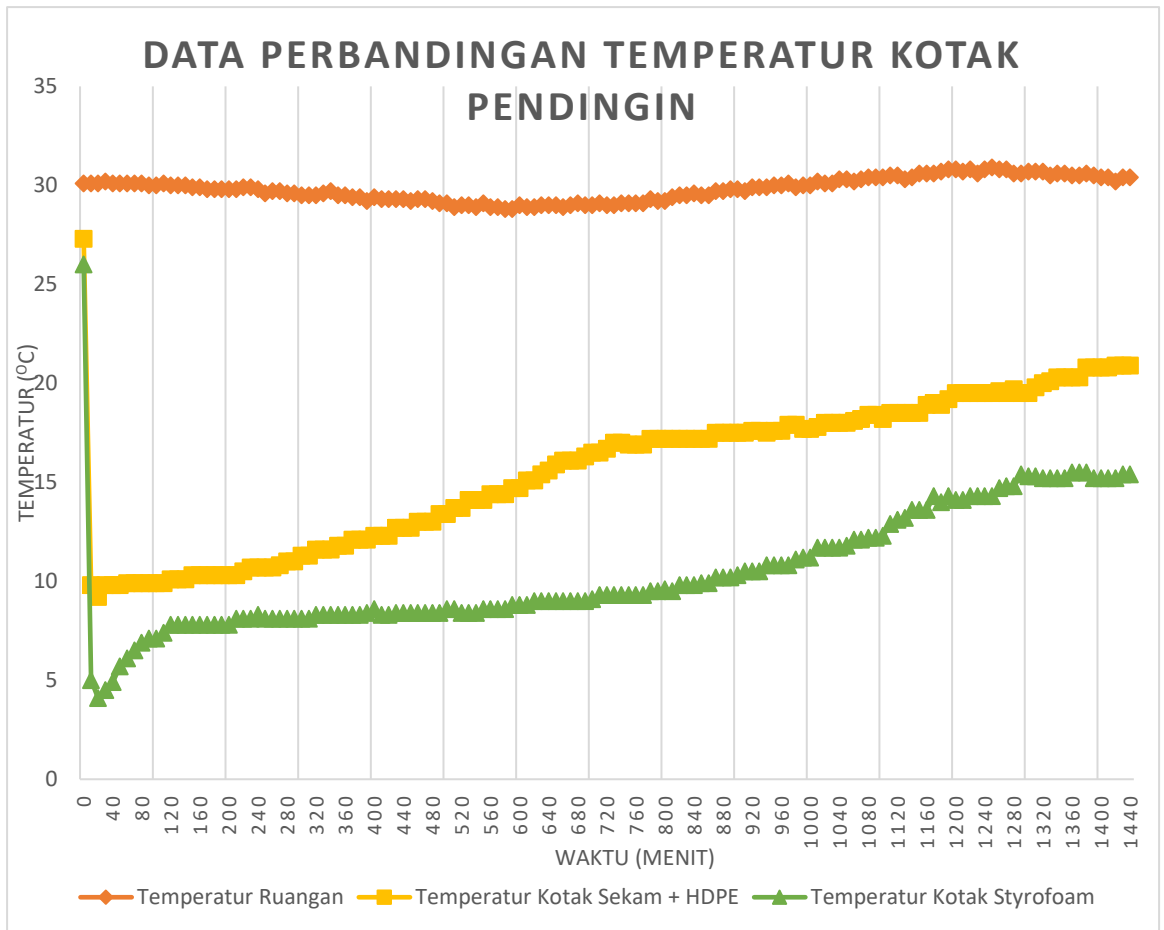
**Tabel 4.8** Lanjutan Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak <i>Styrofoam</i> (°C)
970	30,1	17,9	10,8
980	29,9	17,9	11,1
990	30	17,7	11,2
1000	30	17,7	11,2
1010	30,2	17,8	11,7
1020	30,1	18	11,7
1030	30,1	18	11,7
1040	30,3	18	11,7
1050	30,3	18	11,8
1060	30,2	18,1	12,1
1070	30,3	18,2	12,1
1080	30,4	18,4	12,2
1090	30,4	18,4	12,2
1100	30,4	18,2	12,3
1110	30,5	18,5	12,9
1120	30,5	18,5	13,1
1130	30,3	18,5	13,2
1140	30,4	18,5	13,6
1150	30,6	18,5	13,6
1160	30,6	18,9	13,6
1170	30,6	19	14,3
1180	30,7	18,9	14
1190	30,8	19,2	14,3
1200	30,8	19,5	14,1



**Tabel 4.8** Lanjutan Temperatur Perbandingan Kotak Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak <i>Styrofoam</i> (°C)
1210	30,7	19,5	14,1
1220	30,8	19,5	14,3
1230	30,6	19,5	14,3
1240	30,8	19,5	14,3
1250	30,9	19,5	14,3
1260	30,8	19,6	14,7
1270	30,8	19,5	14,8
1280	30,7	19,7	14,8
1290	30,6	19,5	15,4
1300	30,7	19,5	15,3
1310	30,7	19,8	15,3
1320	30,7	20	15,2
1330	30,5	20,1	15,2
1340	30,6	20,3	15,2
1350	30,6	20,3	15,2
1360	30,5	20,3	15,5
1370	30,5	20,3	15,5
1380	30,6	20,8	15,5
1390	30,5	20,8	15,2
1400	30,4	20,8	15,2
1410	30,4	20,8	15,2
1420	30,2	20,9	15,2
1430	30,4	20,9	15,4
1440	30,4	20,9	15,4



**Gambar 4.12** Grafik Perbandingan Temperatur Kotak Pendingin

Berdasarkan grafik perbandingan temperatur kotak pendingin pada gambar 4.12 didapatkan analisa sebagai berikut :

6. Temperatur terendah yang dicapai oleh kotak pendingin campuran sekam dan HDPE yaitu sebesar 9,2 °C pada menit ke – 20 . pada temperatur terendah, kotak pendingin hanya mampu mempertahankan dingin selama 10 menit, kemudian temperatur mulai naik. Pada saat kotak pendingin berbahan sekam padi dan HDPE mencapai suhu terendah, suhu dari ruangan yaitu 30,1 °C yang di mana temperatur tersebut bukan temperatur terendah dari ruangan.
7. Temperatur terendah yang dapat dicapai oleh kotak pending styrofoam yaitu sebesar 4,1 °C yang didapatkan pada menit ke – 20. Kemampuan mempertahankan pada suhu terendah hanya selama 10 menit, dengan suhu ruangan yaitu 30,1 °C. Dari poin 1 dan 2 dapat di simpulkan kemampuan es dalam mendinginkan kotak pendingin paling baik pada menit ke – 20.
8. Pada kotak pendingin berbahan sekam padi dan HDPE, setelah mencapai suhu terendah kotak pendingin mengalami kenaikan temperatur yang cukup tinggi.

Terutama pada menit ke – 270 yang mempunyai temperatur 10,8 °C, hingga menit ke – 730 yang mempunyai temperatur 17 °C. Pada menit 270 hingga menit ke 730 mengalami kenaikan temperatur rata – rata sebesar 0,0135 °C/ menit.

9. Pada kotak pendingin styrofoam setelah mencapai temperatur terendah pada menit ke – 20 terjadi kenaikan temperatur yang cukup signifikan yaitu pada menit ke – 30 hingga ke – 120 yaitu kenaikan dari suhu sebesar 4,5 °C hingga 7,8 °C. Sehingga pada menit ke – 30 hingga ke – 120 laju kenaikan suhu dari kotak pendingin yaitu sebesar 0.036 °C /menit.
10. Kotak pendingin styrofoam pada menit ke – 120 hingga menit ke – 800 mengalami kenaikan suhu yang rendah dan terbilang konstan pada suhu rata – rata 8,5 °C. Namun pada kotak pendingin berbahan campuran sekam padi dan HDPE grafik yang konstan terjadi pada menit ke – 720 hingga menit ke - 1160 yang mempunyai rata – rata suhu sebesar 17,2 °C.
11. Setelah menit ke – 1440, pada kotak styrofoam es balok tidak sepenuhnya mencari, masih tersisa ½ volume es balok dari volume awalnya. Namun pada kotak pendingin campuran sekam padi dan HDPE, es balok hanya tersisa sedikit.

Dari grafik di atas terlihat bahwa kotak pendingin styrofoam masih lebih baik dalam mempertahankan temperatur dibandingkan dengan kotak pendingin campuran sekam padi dan HDPE. Ada beberapa penyebab kurang bagusnya kotak pendingin campuran HDPE dan styrofoam.

Pertama adalah nilai konduktivitas thermal dari styrofoam yang sebesar 0,033 W/mK lebih rendah dibandingkan dengan campuran sekam padi dan HDPE sebesar 0,408 W/mK. Dengan nilai konduktivitas thermal yang rendah maka kemampuan bahan dalam mempertahankan suhu semakin baik. Nilai konduktivitas thermal yang cukup tinggi dari campuran sekam padi dikarenakan nilai konduktivitas dari plastik HDPE lebih tinggi dibandingkan sekam padi, hal ini terlihat ketika semakin banyaknya campuran HDPE pada pengujian konduktivitas thermal. Pada komposisi pencampuran sekam padi : HDPE pada perbandingan 1 : 1 mempunyai nilai konduktivitas thermal yang lebih rendah dibandingkan nilai konduktivitas dengan perbandingan 1 : 4. Selain itu nilai konduktivitas thermal yang tinggi pada campuran sekam padi dan HDPE disebabkan karena masih terdapatnya kandungan *xylene* yang merupakan fluida cair, hal ini terlihat dari bebat awal sekam dan padi sebelum dicampurkan dengan berat spesimen campuran sekam padi dengan HDPE yang telah jadi.

Penyebab kedua kurangnya kemampuan kotak pendingin dalam mempertahankan suhu yaitu terbatasnya alat dalam pembuatan campuran sekam padi dan HDPE. Pada pembuatan campuran sekam padi dan HDPE terbatasnya volume pemanas/oven menyebabkan pembuatan dari kotak pendingin sekam padi HDPE menjadi terpisah dari beberapa bagian. Sedangkan plastik sendiri mempunyai sifat kristalinitas yaitu sifat yang akan mengeras kembali ketika dilarutkan. Sifat kristalinitas ini yang membuat setiap bagian dari campuran sekam padi dan HDPE kurang merekat sehingga ada beberapa bagian yang berlubang dan tidak kedap air. Hal ini juga yang menyebabkan

ditambahkannya plastik di dalam kedua kotak pendingin. Agar air yang telah mencair tidak keluar dari kotak.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini yaitu ketika pembuatan kotak pendingin dengan campuran sekam padi dan HDPE sebaiknya dibuat dalam 1 kali pencampuran, bukan dipecah menjadi bagian – bagian, untuk mencegah kristalinitas dari plastik. Oleh sebab itu volume pemanas/oven harus lebih besar.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil percobaan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pelarut yang paling baik digunakan sebagai campuran sekam padi dan HDPE adalah *Xylene*, karena *xylene* mempunyai keunggulan dibandingkan *touluene* dalam segi waktu pelarutan, harga, dan volume yang dibutuhkan dalam pencampuran.
2. Dari percobaan dan perhitungan massa jenis, pengujian kuat lentur, dan pengujian konduktivitas thermal didapatkan hasil yaitu :
  - a) Pengujian massa jenis didapatkan hasil bahwa komposisi campuran sekam dan HDPE dengan perbandingan 1 : 1 mempunyai massa yang lebih ringan dari pada komposisi 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, yaitu sebesar 0,52 gr/cm<sup>3</sup>. Semakin banyak HDPE yang terdapat dalam spesimen maka massa jenis dari spesimen akan semakin berat, karena HDPE mempunyai massa jenis lebih berat jika dibandingkan dengan sekam padi.
  - b) Hasil pengujian *bending strength* (kuat lentur) didapatkan hasil bahwa dari keempat komposisi pencampuran sekam padi dan HDPE yang mempunyai kuat lentur paling tinggi yaitu komposisi 1 : 4 dengan nilai 4,14 N/mm<sup>2</sup>. Semakin banyak kandungan HDPE maka kekuatan lentur dari spesimen akan semakin naik.
  - c) Pada pengujian konduktivitas thermal didapatkan hasil bahwa nilai konduktivitas paling rendah dari 5 spesimen yaitu pada komposisi sekam padi dan HDPE yaitu 1,5 : 1 dengan nilai sebesar 0,34191 W/mK, spesimen ini merupakan spesimen tambahan untuk membuktikan bahwa semakin banyak sekam padi maka konduktivitas thermal akan semakin rendah. Namun dengan perbandingan 1,5 : 1 tidak cocok untuk dijadikan kotak pendingin karena sekam padi akan mudah rapuh atau terkelupas karena sedikitnya komposisi HDPE yang berfungsi sebagai perekat. Untuk komposisi yang digunakan sebagai kotak pendingin yaitu 1 : 1 yang memiliki konduktivitas thermal sebesar 0,40844 W/mK.
3. Pada eksperimen untuk membandingkan kemampuan mempertahankan temperatur, kotak pendingin berbahan campuran sekam padi dan HDPE tidak lebih baik dibandingkan kotak *styrofoam*.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dan didapatkan kesimpulan, maka saran yang dapat diberikan demi kesempurnaan penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada pengaplikasian kotak pendingin ini sebaiknya dilakukan pelapisan tambahan atau ditambahkan plastik pembungkus ikan untuk menghindari kontaminasi dari

bahan kimia yang ditimbulkan dari plastik HDPE maupun bahan kimia yang digunakan sebagai pelarut seperti *xylene* maupun *toluene*.

2. Perlu dilakukan cara lain pencampuran selain menggunakan bahan seperti *xylene* atau *toluene* yang lebih murah dan juga tidak berbahaya bagi manusia.
3. Pengujian seperti konduktivitas thermal sebaiknya dilakukan menggunakan alat yang mempunyai standar pengujian untuk bahan isolator.
4. Penggunaan beban pendingin seperti ikan lebih aplikatif dalam pengukuran lama waktu pendinginan serta penyerapan panas ikan dalam *coolbox*.
5. Pada pembuatan kotak pendingin dengan campuran sekam padi HDPE tidak dilakukan secara bertahap untuk mengantisipasi sifat kristalinitas dari HDPE, dan juga dilakukan pengepresan saat pembuatan agar mengurangi penyusutan dari spesimen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Muhammad, 2017, “Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Dari Sekam Padi”, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS, Surabaya.
- American Society for Testing and Material (ASTM) E 1225-13. 2013. “*Standard Test Method for Thermal Conductivity of Solids Using the Guarded-Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique*”, Annual Book of ASTM, United States.
- Andrady, Anthony L. 2003. “*Plastics and The Environment*”. United State of America : A John Wiley & Sons Publication. Hal 83 – 92.
- Arbintarso, S dkk, 2008, “Modulus Elastisitas dan Modulus Pecah Papan Partikel Sekam Padi”, Jurnal Teknologi Technoscientia ISSN: 1979-8415 Vol. 1 No. 1 Agustus 2008
- Asy’ari Aziz, Alwi. 2012. “Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Menggunakan Es Kering”, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. 2015.
- Baheramsyah, A. 2007. “Sistem Pendinginan Ruang Palka Ikan Dengan CO<sub>2</sub> yang Disirkulasikan”, Prosiding Seminar Nasional Tahunan IV, hal. 1-7.
- Hidayat, Mochamad. 2017. “Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu sebagai Campuran Polyurethane pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional”, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Hsu H.W. & LuhB.S. 1980. “*Rice Hull. Dalam Rice Produck And. Utilization*”. Editor: Bor Shiun Luh. New York: Avi Publishing. Company Inc. Hal. 736-740.
- Ilyas, Sofyan. 1983. “Teknologi Refrigrasi Hasil Perikanan”, Jilid 1. Teknik Pendinginan, CV. Paripurna, Jakarta.
- Jacobson, G.A. dan McLean ,S. 2003. “*Biological Monitoring of Low Occupational Xylene Exposure and the Role of Recent Exposure*”. British Occupational Ssociety Vol. 47, No. 4. Hal 331–336.
- Kreith, F. 1976. “Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas”, Edisi Ketiga, (Alih Bahasa: A Priyono), Erlangga, Jakarta.

- Krishna, Mayang, 2017, “Pemanfaatan Ampas Tebu Dan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Insulasi Pada Kotak Pendingin Ikan”, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS, Surabaya.
- Memen S. dan Bambang G. 1999. “Palka Berinsulasi Untuk Penanganan Ikan Segar Pada Perahu Motor Nelayan Kepulauan Seribu DKI Jakarta”. Lokakarya Fungsional Non Peneliti. Jakarta
- Myers, Richards L. 2007. “*The 100 Most Important Chemical Compounds*”. London : Greenwood Press. Hal 303 – 307.
- Nur, Miftah, 2017, “Modifikasi Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Insulasi Serbuk Kayu Dan Karung Goni”, Tugas Akhir S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS, Surabaya.
- Shawyer M. dan Pizzali A. F. M. 2003. “*The Use of Ice on Small Fishing Vessels*”, FAO of The United Nations, Rome.
- Sondana, Agung. 2013. “Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Teknologi Insulasi Vakum”, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Wibawa, I.P.A dan Wiwik D.P. 2003. Studi Feasibilitas Penggunaan Bahan Komposit Sekam dan Polyurethane sebagai insulasi pada Fish Hold Kapal Ikan. Jurnal Perkapalan, Vol. 1, No, 1, Mei 2003 : 13-20. ISSN 1693-2331 Surabaya 2003.



## LAMPIRAN 1

### Alat dan Bahan



Botol Plastik



Oven Pemanas



Timbangan Digital



Tabung ukur



Cetakan Kayu Ukuran 6 cm x 6 cm x 1



Aluminium Foil



Xylene



Toluene



Sekam padi



Gunting



Cetakan Tabung



Cetakan kayu ukuran 23 cm x 6 cm x 1 cm



Termometer Digital



Plastik



Es Balok



Kotak Styrofoam



Kotak Sekam padi dan HDPE

## LAMPIRAN 2

### Proses Pembuatan

#### Pencucian Botol Plastik



Pemotongan Botol Plastik Hingga Menjadi Kecil



Menimbang Potongan HDPE sesuai Komposisi







Menimbang Sekam Padi sesuai Komposisi



Mengukur Takaran Xylene yang dibutuhkan



Menentukan Volume Sekam dan HDPE





Proses Pemanasan Sekam dan HDPE



Proses Pencetakan Campuran Sekam dan HDPE



Hasil Cetakan Kotak Sekam dan HDPE




Kotak Sekam dan HDPE yang sudah jadi




Percobaan untuk membandingkan Kotak styrofoam dan kotak berbahan sekam dan HDPE

## LAMPIRAN 3

### Dokumen Pengujian Bending Strength

	<b>BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI BARISTAND INDUSTRI SURABAYA</b> Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480 <a href="http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/">http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/</a>						
<hr/>							
<b>LAPORAN PENGUJIAN</b> <i>Test Report</i> No. 6384-6387/17/LHU/3/X/2017							
<b>NO. ANALISA</b> <i>Analisa No.</i>	: P. 6384 – P. 6387						
<b>KOMODITI</b> <i>Commodity</i>	: SEKAM HDPE						
<b>DIBUAT UNTUK</b> <i>Executed For</i>	: MUHAMMAD AGUS MOBAROK						
<b>ALAMAT</b> <i>Address</i>	: Ds. Cemengkalang No. 5 RT. 1 RW. 1 Kab. Sidoarjo						
<b>DITERIMA TANGGAL</b> <i>Received Date</i>	: 18 Oktober 2017						
<b>URAIAN SAMPEL</b> <i>Detail of Sample</i>	: Telah diterima sample Sekam HDPE dengan data sebagai berikut : <table border="0" style="margin-left: 40px;"><tr><td>a. Ukuran, mm</td><td>: 210 x 50 x 10</td></tr><tr><td>b. Keadaan luar</td><td>: Baik</td></tr><tr><td>c. Kode</td><td>: Perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4</td></tr></table> <p>Sampel tersebut diatas telah dilakukan pengujian sesuai dengan permintaan</p>	a. Ukuran, mm	: 210 x 50 x 10	b. Keadaan luar	: Baik	c. Kode	: Perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4
a. Ukuran, mm	: 210 x 50 x 10						
b. Keadaan luar	: Baik						
c. Kode	: Perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4						
<b>TANGGAL PENGUJIAN</b> <i>Tested Date</i>	: 27 Oktober 2017						
<b>METODE UJI</b> <i>Test Method</i>	: Sesuai permintaan						
<b>METODE PENGAMBILAN CONTOH</b> <i>Sampling Method</i>	: -						
<b>HASIL PENGUJIAN</b> <i>Test Result</i>	: Terlampir						
<b>DITERBITKAN TANGGAL</b> <i>Issued Date</i>	: 31 Oktober 2017						



Kepala Seksi  
Standardisasi dan Sertifikasi  
*Indra Wahyu Diantoro, ST. MT*  
NIP. 197810162006041001



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI  
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480  
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

Nomor Analisa : P6384-P6387  
Jenis Sampel : SEKAM HDPE  
Ukuran, mm : 210 x 50 x 10  
Kode : Perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1:1 P6384		
			I	II	III
1	Uji Kuat Lentur				
	- Jarak Tumpuan	mm	150	150	150
	- Tebal	mm	9,82	8,97	10,3
	- Lebar	mm	50,7	51,5	50,4
	- Beban Lentur	kgf	3,8331	6,4783	5,9757
	- Kuat Lentur	kgf/mm <sup>2</sup>	0,17640	0,35176	0,25146

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1:2 P6385		
			I	II	III
1	Uji Kuat Lentur				
	- Jarak Tumpuan	mm	150	150	150
	- Tebal	mm	10	10,9	9,97
	- Lebar	mm	51	50,1	50,3
	- Beban Lentur	kgf	4,1441	3,6982	2,8582
	- Kuat Lentur	kgf/mm <sup>2</sup>	0,18283	0,13979	0,12862

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1:3 P6386		
			I	II	III
1	Uji Kuat Lentur				
	- Jarak Tumpuan	mm	150	150	150
	- Tebal	mm	10,3	9,87	9,3
	- Lebar	mm	47,8	50,1	49,7
	- Beban Lentur	kgf	7,4094	5,2255	6,7339
	- Kuat Lentur	kgf/mm <sup>2</sup>	0,32875	0,24090	0,35247

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji 1:4 P6387		
			I	II	III
1	Uji Kuat Lentur				
	- Jarak Tumpuan	mm	150	150	150
	- Tebal	mm	10,4	9,18	9,41
	- Lebar	mm	50,5	46,9	50,6
	- Beban Lentur	kgf	7,188	14,461	2,9355
	- Kuat Lentur	kgf/mm <sup>2</sup>	0,29610	0,82323	0,14741

Catatan : Sampel diuji sesuai permintaan

Beban  
3 PL – Jarak Tumpu  
2 bb<sup>2</sup>  
/ |  
Lebar Tebal

Surabaya, 31 Oktober 2017  
Laboratorium Fisika  
  
Fany Aditama, ST. MT.  
NIP. 197801102002121005



## Dokumen Pengujian Konduktivitas Thermal



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
**LABORATORIUM REKAYASA THERMAL**  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN – FTI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
Kampus ITS Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111 No.Hp 083862724688

Surabaya, 28 November 2017

Saya yang bertanda tangan di bawah ini Koordinator Laboratorium Rekayasa Thermal menyatakan bahwa:

Nama : Mohammad Agus Mubarak  
NRP : 04211340000025  
Fakultas : Teknologi Kelautan  
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

Telah melakukan pengambilan data Uji Konduktivitas Thermal pada tanggal 23 November 2017 di Laboratorium Rekayasa Thermal Departemen Teknik Mesin FTI-ITS

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Hormat Kami,  
Koordinator Laboratorium Rekayasa Thermal

Achmad Saiful Hadi  
02111440000116

Spesimen No	Tegangan (N)	Arus (A)	Set Point Temperatur (urT <sup>c</sup> )	T1 (°C)					T2 (°C)					T3 (°C)				
				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	220	1.4	100	39	39.1	39.5	39.5	40	38.9	39	39.4	39.4	39.9	37.5	37.9	38.2	38.4	38.9
2	220	1.4	100	37.5	38	38.1	38.4	38.8	37.4	37.9	38	38.3	38.7	36.5	37.1	37.3	37.5	37.9
3	220	1.4	100	35.5	35.9	36.4	36.7	37.3	35.4	35.8	36.3	36.6	37.2	34.6	34.9	35.6	35.9	36.3
4	220	1.4	100	31.3	32.3	32.9	33.7	34.2	31.2	32.2	32.8	33.6	34.1	31	31.8	32.4	33	33.6

T4 (°C)					T5 (°C)					T6 (°C)				
Percobaan Ke -					Percobaan Ke -					Percobaan Ke -				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
29.6	30.6	31.3	31.8	32.4	26.9	26.9	26.9	26.9	27.1	26.8	26.8	26.8	26.8	27
30.3	31.4	32	32.3	32.8	26.7	27.1	26.9	26.8	26.9	26.6	26.7	26.8	26.7	26.8
29.5	30	30.6	30.9	31.1	26.7	26.7	26.7	26.8	26.9	26.6	26.6	26.7	26.8	26.6
29.2	29.3	29.7	29.9	30.3	26.7	26.5	26.7	26.6	26.7	26.6	26.4	26.6	26.5	26.6

Homat Kami,  
Kordinator Laboratorium Rekyasa Thermal



2024/100116

**Dokumen Percobaan Perbandingan Temperatur**

Jam	Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak Styrofoam (°C)
17:10	0	30,1	27,3	26
17:20	10	30,1	9,8	5
17:30	20	30,1	9,2	4,1
17:40	30	30,2	9,8	4,5
17:50	40	30,1	9,8	4,9
18:00	50	30,1	9,8	5,7
18:10	60	30,1	9,9	6,1
18:20	70	30,1	9,9	6,5
18:30	80	30,1	9,9	6,9
18:40	90	30	9,9	7,1
18:50	100	30	9,9	7,1
19:00	110	30,1	9,9	7,4
19:10	120	30	10,1	7,8
19:20	130	30	10,1	7,8
19:30	140	30	10,1	7,8
19:40	150	29,9	10,3	7,8
19:50	160	29,9	10,3	7,8
20:00	170	29,8	10,3	7,8
20:10	180	29,8	10,3	7,8
20:20	190	29,8	10,3	7,8
20:30	200	29,8	10,3	7,8
20:40	210	29,8	10,3	8,1
20:50	220	29,9	10,5	8,1
21:00	230	29,9	10,7	8,1
21:10	240	29,8	10,7	8,3

Jam	Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak Styrofoam (°C)
21:20	250	29,6	10,7	8,1
21:30	260	29,7	10,7	8,1
21:40	270	29,7	10,8	8,1
21:50	280	29,6	11	8,1
22:00	290	29,6	11	8,1
22:10	300	29,5	11,3	8,1
22:20	310	29,5	11,3	8,1
22:30	320	29,5	11,6	8,3
22:40	330	29,6	11,6	8,3
22:50	340	29,7	11,6	8,3
23:00	350	29,5	11,8	8,3
23:10	360	29,5	11,8	8,3
23:20	370	29,4	12,1	8,3
23:30	380	29,4	12,1	8,3
23:40	390	29,2	12,1	8,4
23:50	400	29,4	12,3	8,6
0:00	410	29,3	12,3	8,3
0:10	420	29,3	12,3	8,3
0:20	430	29,3	12,7	8,4
0:30	440	29,3	12,7	8,4
0:40	450	29,2	12,7	8,4
0:50	460	29,3	13	8,4
1:00	470	29,3	13	8,4
1:10	480	29,2	13	8,4



Jam	Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak Styrofoam (°C)
1:20	490	29,1	13,4	8,4
1:30	500	29,1	13,4	8,6
1:40	510	28,9	13,7	8,6
1:50	520	29	13,7	8,4
2:00	530	29	14,1	8,4
2:10	540	28,9	14,1	8,4
2:20	550	29,1	14,1	8,6
2:30	560	28,9	14,4	8,6
2:40	570	28,9	14,4	8,6
2:50	580	28,8	14,4	8,6
3:00	590	28,8	14,7	8,8
3:10	600	29	14,7	8,8
3:20	610	28,9	15,1	8,8
3:30	620	28,9	15,1	9
3:40	630	29	15,4	9
3:50	640	29	15,6	9
4:00	650	29	15,9	9
4:10	660	28,9	16,1	9
4:20	670	29	16,1	9
4:30	680	29,1	16,1	9
4:40	690	29	16,3	9
4:50	700	29	16,5	9,1
5:00	710	29,1	16,5	9,3
5:10	720	29	16,7	9,3

Jam	Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak Styrofoam (°C)
5:20	730	29	17	9,3
5:30	740	29,1	17	9,3
5:40	750	29,1	16,9	9,3
5:50	760	29,1	16,9	9,3
6:00	770	29,1	16,9	9,3
6:10	780	29,3	17,2	9,5
6:20	790	29,2	17,2	9,5
6:30	800	29,2	17,2	9,6
6:40	810	29,4	17,2	9,5
6:50	820	29,5	17,2	9,8
7:00	830	29,5	17,2	9,8
7:10	840	29,6	17,2	9,8
7:20	850	29,5	17,2	9,9
7:30	860	29,5	17,2	9,9
7:40	870	29,7	17,5	10,2
7:50	880	29,7	17,5	10,2
8:00	890	29,8	17,5	10,2
8:10	900	29,8	17,5	10,3
8:20	910	29,7	17,5	10,5
8:30	920	29,9	17,6	10,5
8:40	930	29,9	17,6	10,5
8:50	940	29,9	17,5	10,8
9:00	950	30	17,6	10,8
9:10	960	30	17,6	10,8

Jam	Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak Styrofoam (°C)
9:20	970	30,1	17,9	10,8
9:30	980	29,9	17,9	11,1
9:40	990	30	17,7	11,2
9:50	1000	30	17,7	11,2
10:00	1010	30,2	17,8	11,7
10:10	1020	30,1	18	11,7
10:20	1030	30,1	18	11,7
10:30	1040	30,3	18	11,7
10:40	1050	30,3	18	11,8
10:50	1060	30,2	18,1	12,1
11:00	1070	30,3	18,2	12,1
11:10	1080	30,4	18,4	12,2
11:20	1090	30,4	18,4	12,2
11:30	1100	30,4	18,2	12,3
11:40	1110	30,5	18,5	12,9
11:50	1120	30,5	18,5	13,1
12:00	1130	30,3	18,5	13,2
12:10	1140	30,4	18,5	13,6
12:20	1150	30,6	18,5	13,6
12:30	1160	30,6	18,9	13,6
12:40	1170	30,6	19	14,3
12:50	1180	30,7	18,9	14
13:00	1190	30,8	19,2	14,3
13:10	1200	30,8	19,5	14,1

Jam	Waktu (menit)	Temperatur Ruangan (°C)	Temperatur Kotak Sekam + HDPE (°C)	Temperatur Kotak Styrofoam (°C)
13:20	1210	30,7	19,5	14,1
13:30	1220	30,8	19,5	14,3
13:40	1230	30,6	19,5	14,3
13:50	1240	30,8	19,5	14,3
14:00	1250	30,9	19,5	14,3
14:10	1260	30,8	19,6	14,7
14:20	1270	30,8	19,5	14,8
14:30	1280	30,7	19,7	14,8
14:40	1290	30,6	19,5	15,4
14:50	1300	30,7	19,5	15,3
15:00	1310	30,7	19,8	15,3
15:10	1320	30,7	20	15,2
15:20	1330	30,5	20,1	15,2
15:30	1340	30,6	20,3	15,2
15:40	1350	30,6	20,3	15,2
15:50	1360	30,5	20,3	15,5
16:00	1370	30,5	20,3	15,5
16:10	1380	30,6	20,8	15,5
16:20	1390	30,5	20,8	15,2
16:30	1400	30,4	20,8	15,2
16:40	1410	30,4	20,8	15,2
16:50	1420	30,2	20,9	15,2
17:00	1430	30,4	20,9	15,4
17:10	1440	30,4	20,9	15,4

A

### BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 17 Agustus 1995. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Terlahir dengan nama Mohammad Agus Mubarak dari pasangan suami istri, Sudarno dan Ulifah. Penulis menempuh pendidikan di TK Darma Wanita Tenggulunan, Sidoarjo lulus pada tahun 2001. Kemudian melanjutkan ke Ojenjang sekolah dasar di SDN Cemengkalang, Sidoarjo dan lulus pada tahun 2007. Setelah itu penulis melanjutkan jenjang pendidikan di SMP Negeri 1 Sidoarjo dan lulus pada tahun 2010. Masa SMA penulis dihabiskan di kota Jombang tepatnya di SMA Darul'Ulum 2, Jombang dan lulus pada tahun 2013. Setelah SMA penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, FTK – ITS. Penulis mengambil bidang keahlian *Marine Machinery and System* (MMS). Selama perkuliahan penulis aktif di kegiatan mahasiswa yaitu di HIMASISKAL sebagai Staff Media Informasi periode 2014/2015, di BEM ITS sebagai Staff Energi Maritim periode 2014/2015, di HIMASISKAL sebagai kepala departemen Media dan Informasi periode 014/2015. Penulis mempunyai pengalaman kerja praktek selama 1 bulan di PT Dok dan Perkapalan Surabaya dan PT. Antekusuma Inti Raharja Surabaya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*